

Facoltà di Agraria
Corso di Dottorato di Ricerca in Ingegneria Agraria

Tesi di Dottorato di Ricerca
Ciclo XXI

**Abbandono del territorio e dissesto idrogeologico in
Appennino bolognese: analisi delle dinamiche e degli
interventi di gestione idraulico-forestale**

Candidato:
Dott. For. Claudio Cavazza

Coordinatore Dottorato:
Prof. Adriano Guarnieri

Relatore:
Prof. Donatella Pavanelli

*Questo lavoro è dedicato a
Noemi e Costante*

...ringraziamenti sparsi a

Cinzia, Enrico...per il tempo rubato, Wanda per l'affetto continuo..., Giuseppe Simoni e Giuseppe Bortone in rappresentanza di Servizio Tecnico Bacino Reno e Direzione Generale Ambiente della Regione per il tempo concesso...Adriano Guarnieri in rappresentanza del Dipartimento di Ingegneria Agraria dell'Università per la disponibilità...Enrico Muzzi, Sebastiano Correggiari per il supporto tecnico... Donatella Pavanelli per la gentilezza e la competenza scientifica.

...ed un paio di citazioni

...e vorrei che la foresta
fosse a loro sempre in testa:
espression d'una Natura
tanto bella e tanto dura,
ma che letta con la scienza
è poi fonte di Sapienza.

Umberto Bagnaresi (Zirudèla, 2002)

"Though I do not believe
that a plant will spring up
where no seed has been,
I have great faith in a seed.
Convince me that you have a seed there,
and I am prepared to expect wonders.

H.D. Thoreau (The Dispersion of seeds, 1849)

Indice

Abstract.....	7
 1 Introduzione ed inquadramento tematico	
1.1 Premessa.....	9
1.2 Finalità della ricerca.....	10
1.3 Abbandono del territorio in Appennino bolognese.....	11
1.4 Successioni e dinamiche post-colturali.....	22
1.5 G.I.S., uso del suolo e analisi territoriale.....	26
1.6 Caratterizzazione delle frane.....	30
1.7 Sistemazioni idraulico forestali e ingegneria naturalistica.....	33
1.8 La difesa del suolo: cenni di inquadramento normativo	42
 2 Inquadramento territoriale	
2.1 Il bacino del fiume Reno.....	46
2.2 Ambiente e territorio di indagine.....	55
 3 Materiali e metodi	
3.1 Scelta dell'area di studio.....	69
3.2 Materiali e metodi.....	69
3.2.1 Analisi del dissesto in relazione alle frane attive ed alle segnalazioni pervenute al STB Reno.....	69
3.2.1.1 La struttura del G.I.S.	69
3.2.1.2 Le carte tematiche.....	72
3.2.2 Analisi delle dinamiche dell'abbandono dei coltivi....	83
3.2.3 Analisi degli interventi realizzati.....	84
 4 Elaborazioni e risultati	
4.1. Analisi delle caratteristiche ambientali e del dissesto.....	91
4.2 Analisi delle segnalazioni pervenute al STBR	100
4.3 Analisi delle dinamiche dell'abbandono dei coltivi.....	106
4.4 Analisi degli interventi.....	115
4.4.1 Principali tipologie di ingegneria naturalistica.....	115
4.4.2. Analisi dello stato delle opere.....	121
4.4.3 Sistemazioni idraulico forestali.....	134
 5 Conclusioni	
5.1 Le dinamiche ed il dissesto.....	140
5.2 Le segnalazioni.....	142
5.3 L'abbandono dei coltivi	142
5.4 Gli interventi realizzati.....	144

6 Appendice

6.1. Esempi di elaborazione cartografica G.I.S.	147
6.2 Caso studio: la frana di Ca di Malta (Grizzana M.).....	160
6.2.1. Inquadramento in ambito GIS	161
6.2.2 Elementi progettuali di sistemazione	169
6.2.3 Inquadramento fotografico	172
7 Riferimenti bibliografici, sitografia.....	180

Abstract

L'abbandono dei coltivi in aree marginali ed il dissesto idrogeologico hanno interessato negli ultimi decenni vaste superfici montane e collinari in tutto il bacino del Mediterraneo, favorendo la rinaturalizzazione di aree che rivestono molteplici interessi ambientali e problematicità gestionali. Il lavoro analizza le dinamiche e gli effetti dell'abbandono su una fragile area dell'Appennino bolognese compresa nel bacino montano del Fiume Reno, storicamente già interessata da intense attività di sistemazione e bonifica, ove il ritorno ad una diffusa attività agro-forestale appare assai improbabile e la necessità di contenere il dissesto idrogeologico nelle aree antropizzate, utilizzando e sperimentando tecniche tradizionali ed innovative, appare in molti casi come un'azione prioritaria. La gestione di queste aree non può prescindere da approfondite conoscenze scientifiche dei fenomeni in atto e da uno studio delle potenzialità e dei limiti ambientali. Mediante l'uso dei Sistemi Informativi Geografici, la tesi, dopo avere analizzato le caratteristiche fisiche del territorio e le trasformazioni storiche dell'uso del suolo con particolare riferimento alle criticità idrogeologiche, indaga le dinamiche dei rimboschimenti spontanei post-colturali, la distribuzione delle frane ed i problemi del dissesto in relazione ai principali fattori fisici ed antropici. Inoltre, vengono presi in esame gli interventi di ingegneria naturalistica e di sistemazione idraulico forestale sperimentati di recente nella gestione di movimenti franosi in ambienti particolarmente difficili, suggerendo indirizzi, tecniche e modelli di gestione multifunzionale.

The abandonment of less productive fields and agro-forest activities has occurred in the last decades, interesting large mountain areas in all mediterranean basin. Until the fifties, agricultural practices dealt mainly with soil surface and surface runoff control systems. However, the apparent sustainability of soil use results often in contrast with historical documents, witnessing heavy hydrogeological instability, in naturally fragile areas. The research focused on the dynamics and effects of post-coltural land abandonment in a critical mountain area of the Reno River. The Reno River represents a typical Tuscan-Emilian Apennines Watershed where soil erosion occurs under very different conditions depending on interactions between land use, climate, geomorphology and lithology. Landslides are largely represented, due to the diffusion of clay hill slopes. Recent researches suggest that climatic variability will increase as a consequence of global climate change, resulting in greater frequency and intensity of extreme weather events, which could increase rates of erosion, landslides reactivations and diffusion of calanchive basins. As far as hill slopes are concerned, instability is today basically due to intrinsic factors, as the Apennine range is a rather young formation, in geological terms, and is mainly formed by sedimentary rocks with high occurrence of clays. Therefore landslides and rockfalls are very frequent, while surface soil erosion is generally low and anyway concentrated in the low Apennine, where intensive farming is still economically worth. The study, supported by GIS use, analyses the main physical characteristics of the area and the historical changes of land use, and focalizes the dynamics of spontaneous reforestation. Furthermore, the research studies the results of soil bioengineering and surface water control solutions for the reestablishment of landslides occurred in the last period. Infact soil bioengineering has been recently used in different situations in order to consolidate slopes and hillsides and prevent erosion; when applied, it gave good results, both in terms of engineering efficiency and vegetational development, especially if combined with a good hydraulic control, thus proving to be an actual alternative to other techniques with heavier environmental impacts. Research into the specific site features and the use of proper plant species is vital to the success of bioengineering works.

Capitolo 1 Introduzione ed inquadramento tematico

1.1 Premessa

La mia attività nell'ambito della ricerca agro-forestale si è sviluppata dopo la laurea, dapprima contribuendo a studi sui cedui appenninici coordinati dall'Istituto di Assestamento e Tecnologia Forestale dell'Università di Firenze, ed in seguito collaborando a ricerche della Cattedra di Selvicoltura dell'Ateneo bolognese guidate dal prof. Umberto Bagnaresi. La collaborazione con l'Università di Bologna è continuata ininterrotta fino ad oggi e dal 2003, si è ampliata con iniziative (seminari, visite didattiche, stages, tesi di laurea) con altri docenti e ricercatori delle Facoltà di Agraria e di Scienze Naturali e più di recente con il Corso di Laurea in Geografia della Facoltà di Lettere e Filosofia. Durante il 1990 ho contribuito alla realizzazione di alcune tesi di laurea sulle dinamiche dell'abbandono dei coltivi in una vasta area dell'alto bacino del Reno, condotte in parallelo ad altre attività di ricerca sulle tecniche di rimboschimento dei terreni ex agricoli argillosi. Nel corso dell'ultimo periodo di collaborazione con il prof. Bagnaresi, curando la redazione del volume e della mostra "L'Appennino dal passato al futuro", ho avuto di nuovo la possibilità di approfondire il tema dell'abbandono e delle dinamiche territoriali dell'Appennino bolognese. Da queste indagini, da cui verranno realizzate diverse tesi di laurea, studi e pubblicazioni, e dalle successive ricerche sui risultati dei primi interventi di ingegneria naturalistica realizzati nel bacino del fiume Reno, condotte con la prof.ssa Pavanelli, si sviluppa il tema della tesi di dottorato. Nel contesto dell'attività svolta presso il Servizio Tecnico Bacino Reno della Regione Emilia-Romagna, e grazie alla collaborazione con l'Università, ho potuto "sistematizzare esperienze e attività mediante l'opportunità del dottorato, con la convinzione che riuscire ad unire la ricerca sul campo ad esperienze professionali, potesse fornire indicazioni particolarmente utili a indirizzare la sperimentazione verso temi e prospettive più vicine alle esigenze di chi opera quotidianamente sul territorio. Parallelamente, l'esperienza dei tecnici sia pubblici che privati può rappresentare un valido supporto a chi svolge ricerca. In questi tre anni di dottorato è stato possibile creare una sinergia tra le mie attività professionali in Regione e la sperimentazione con l'Università, svolta, sia nell'ambito di questa ricerca sia nell'ambito delle tesi, dei seminari e dei tirocini. Gli studi portati a termine hanno permesso di scambiare esperienze, informazioni, opportunità, mettendo in pratica in modo diretto i risultati delle indagini e testando in campo soluzioni originali.



Abbandono e dissesto nel bacino del torrente Camperolo (Grizzana M.), 2005

1.2 Finalità della ricerca

L'abbandono dei coltivi in aree marginali ha interessato negli ultimi decenni vaste superfici montane e collinari in tutto il bacino del Mediterraneo. La conoscenza dei fenomeni e delle dinamiche connesse all'uso, alle trasformazioni ed all'abbandono di un territorio idrogeologicamente instabile e profondamente modificato da secoli di antropizzazione come quello nord-appenninico, può risultare importante per attuare una gestione sostenibile ed efficace delle risorse ambientali, per fattori di ordine ecologico (guidando l'evoluzione verso strutture vegetazionali stabili e diversificate e quindi potenzialmente anche più efficaci nel sequestro del carbonio), economico (per ottimizzare in modo sostenibile l'uso delle risorse), sociale e paesaggistico (per ricostruire un tessuto degradato, per individuare nuove potenzialità di fruizione, per impedire una eccessiva omogeneizzazione del paesaggio, ecc.). L'individuazione di modelli di gestione di aree caratterizzate da dissesto idrogeologico (sia di carattere erosivo che franoso) dovrebbe inoltre oggi tenere conto di fattori complessi come: la scarsità ed il costo di manodopera specializzata, la demotivazione dei proprietari dei terreni, spesso residenti altrove e sradicati dal contesto territoriale, le difficoltà, insite in un processo di restauro ambientale che deve coinvolgere aziende (nella loro dimensione e funzionalità) e lo stesso assetto idrogeologico su cui poggiava l'agricoltura tradizionale. Il controllo delle dinamiche dell'abbandono e l'applicazione di tecniche efficaci di sistemazione delle frane su litologie argillose, non può prescindere da una attenta valutazione delle attitudini e delle potenzialità dei terreni e degli equilibri dei versanti per determinare le scelte colturali e di intervento più corrette, spesso integrando i metodi tradizionali delle sistemazioni idraulico-forestali con le soluzioni tecnologiche ed i materiali innovativi oggi a disposizione delle tecniche di ingegneria naturalistica, già ampiamente collaudati in ambiente alpino. Una evoluzione vegetazionale guidata con la giusta progressione verso condizioni di climax può favorire una migliore stabilità dei versanti ed una più efficace reattività dell'ecosistema, riducendo la necessità di intervento o manutenzione da parte dell'uomo. I temi del dissesto idrogeologico, dell'abbandono della montagna, dell'erosione e della perdita di fertilità dei suoli, della sicurezza idraulica territoriale, sono di indubbia attualità ed importanza per motivazioni diverse e di vario carattere; le implicazioni di natura sociale, ambientale, paesaggistica assumono importanza più o meno evidente a seconda delle caratteristiche del territorio. In Appennino ad esempio, l'abbandono di vaste aree montane sta causando in pochi decenni fenomeni di omogeneizzazione del paesaggio, aumento di biodiversità, in alcuni casi innesco di fenomeni erosivi, in altri di graduale ricostituzione della copertura forestale con effetti positivi nell'importante azione di assorbimento del carbonio atmosferico. Lo studio delle dinamiche delle successioni nei terreni abbandonati e delle risposte delle tecniche di bioingegneria forestale e di sistemazione idraulica sui versanti instabili (piante, materiali, ecc) può indubbiamente contribuire, attraverso una più approfondita conoscenza dei fenomeni, a definire linee di intervento che possano gestire e rafforzare i processi biologici per raggiungere un maggiore equilibrio dei versanti ed un uso ottimale e sostenibile delle risorse, indirizzando politiche di pianificazione agro-forestali in linea con le attuali esigenze sociali ed ambientali.

“L'esatta quantificazione del carbonio stoccato e soprattutto la capacità di assorbimento nelle formazioni vegetali ha assunto un interesse crescente alla luce del protocollo di Kyoto e delle intese che a questo sono seguite. In paesi come quelli mediterranei, l'esatta quantificazione, o più probabilmente una più accurata stima, del carbonio stoccato dalle “macchie” e della loro capacità di assorbimento potrebbe giocare un ruolo importante nelle strategie di mitigazione dei cambiamenti climatici”
(Costa, La Mantia, 2005)

Il presente lavoro analizza le dinamiche e gli effetti dell'abbandono su di una vasta e fragile area dell'Appennino bolognese ove il ritorno all'attività agricola diffusa appare assai improbabile e la

necessità di contenere il dissesto idrogeologico, in alcuni casi innescato dallo stesso abbandono, utilizzando e sperimentando tecniche tradizionali ed innovative appare in molti casi come un'azione di interesse primario soprattutto nelle aree urbanizzate di fondovalle. Aree che, seguendo dinamiche opposte, nel corso degli ultimi decenni, hanno visto una graduale e continua espansione urbanistica aumentando i potenziali rischi idrogeologici.

1.3 Abbandono del territorio, paesaggio e dissesto idrogeologico in Appennino bolognese

Il paesaggio rurale può definirsi come un insieme di colture agricole, boschi, pascoli, incolti, insediamenti, servizi connessi, variamente distribuiti sul territorio e strettamente dipendenti da fattori naturali (fisici e biologici) ed antropici, storici ed attuali. Esso dipende da fattori che è possibile considerare “invariabili” o “fissi”, “non o difficilmente modificabili” (pendenze dei versanti, altitudine, litologia, corsi d'acqua, potenzialità produttive, propensione al dissesto, grandi infrastrutture, centri urbani ed aziendali, ecc.) e da altri che possono, invece, considerarsi “variabili” o “modificabili” in diverso grado o misura (insediamenti, colture, viabilità minore, siepi, ecc.). Com'è noto, l'azione esercitata dall'uomo sull'ambiente da sempre ha determinato modifiche più o meno intense nel paesaggio, ed in esso possono essere ricostruite la qualità e l'intensità dei rapporti tra le potenzialità produttive naturali e le tecniche agronomiche e forestali impiegate per utilizzarle.



Bacino del Reno nei pressi di Silla (Porretta T.) oggi (sn): sono visibili prati, seminativi, siepi, fossi, borghi, una stalla, versanti boscati in lontananza; primi del novecento (dx): disboscamento, pascolo, erosione e sistemazioni idraulico-forestali (briglie) per la difesa idrogeologica dei versanti

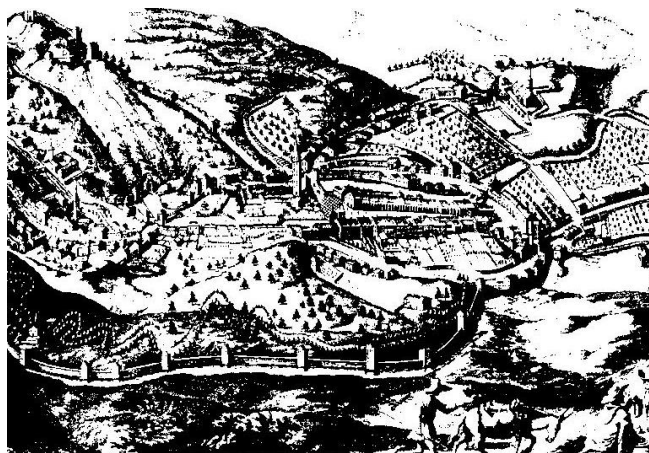
Anche la tipologia degli insediamenti agricoli ha stretti legami con le risorse produttive naturali locali e lo studio storico delle variazioni del paesaggio può fornire elementi essenziali per la conoscenza delle origini del paesaggio attuale. Comunque, i fattori “invariabili” costituiscono le fondamenta del paesaggio rurale, a cui sono collegate le diverse colture ed attività antropiche esercitabili nel territorio. Queste, secondo un concetto riconducibile al protocollo di Kyoto del 1992, devono essere “sostenibili”, cioè tali da conservare nel tempo, le potenzialità naturali ed i valori umani del territorio esaminato, senza cioè distruggerli o deteriorarli; nel caso del nostro Appennino ad esempio, evitando di favorire fenomeni di rischio e di dissesto idrogeologico.

“Le tecniche agricole e le infrastrutture dovrebbero pertanto adeguarsi alle caratteristiche geomorfologiche (morfologia, altitudine), litologiche ed agli altri parametri ambientali, al fine di utilizzare appieno e, nel contempo, conservare le risorse potenziali presenti nel territorio” (Bagnaresi, 1998)

Tra le più antiche e profonde trasformazioni del paesaggio appenninico è possibile indubbiamente citare la trasformazione del bosco in campo. Il problema del disboscamento e della “degradazione del paesaggio montano” è riconducibile a tempi assai remoti essendo strettamente connesso allo

sfruttamento delle risorse naturali da parte dell'uomo. Scrive in Sereni in "Storia del Paesaggio agrario":

"Quello di restituire alla selva, al prato, al pascolo le pendici montane, degradate dal disboscamento e dai dissodamenti inconsulti era insomma, già negli ultimi decenni del secolo XVIII, un problema che cominciava ad imporsi con urgenza all'attenzione degli agronomi. Non mancano del resto a cominciare dalla metà del settecento, nei vari Stati italiani, misure legislative rivolte alla tutela di un patrimonio forestale in via di sempre più rapida degradazione" (Sereni, 1955).



Dissodamenti e piantagioni collinari e montane in una mappa cinquecentesca (da Sereni, op. cit.)

Scriva ancora sullo stesso periodo Bruno Vecchio in "Il bosco negli scrittori italiani del settecento e dell'età napoleonica":

"Nella odierna regione emiliana non abbondano, durante il settecento, le discussioni sul disboscamento: in generale il problema dell'intenso disboscamento ha in quel periodo una diretta ripercussione sull'economia dell'attività agricola: esso induce a "fenomeni del dilavamento dei campi ricavati da aree già forestali; ma anche mancanza di legna per gli usi domestici od agricoli o mancanza di pascolo per il bestiame che lo ricavava dal fogliame degli alberi ora abbattuti o dall'erba che cresceva nelle macchie ora ridotte a coltivi" (Vecchio, 1974)

In epoca più recente, le grandi trasformazioni del ventesimo secolo hanno causato ulteriori modifiche del paesaggio agro-forestale appenninico e soprattutto un sostanziale mutamento del rapporto tra l'uomo e le risorse naturali. Il processo di ricostruzione seguito alla Seconda Guerra Mondiale segna il passaggio dalla struttura sociale di origine medioevale ancora essenzialmente fondata sulla "famiglia patriarcale allargata" e su modelli economici e sociali strettamente dipendenti dalle risorse naturali (agricoltura, zootecnia, selvicoltura) ad un emergente modello sociale basato sulla industrializzazione: i terreni mutano la loro valenza da bene primario a fattore economico e le dinamiche connesse alla loro conservazione non dipendono più direttamente dalle genti. In breve tempo la società subisce processi evolutivi che portano in molti casi all'abbandono del territorio montano e di gran parte delle attività economiche connesse all'uso delle risorse locali: scompaiono in pochi anni molte delle aziende agro-silvo-pastorali caratteristiche delle zone più marginali e svantaggiate. La pressione sul territorio rurale, anche grazie al progresso tecnologico, subisce un calo costante e irreversibile e si assiste al venir meno di quello stretto legame degli uomini con la terra che aveva provveduto al mantenimento di un delicato equilibrio ambientale fatto, in particolar modo in Appennino, di un continuo lavoro di manutenzione e presidio,

essenziali per la sopravvivenza della comunità e per la conservazione delle risorse e caratterizzati da tecnologie rurali a basso impatto ambientale capaci di incidere in modo lieve sui delicati equilibri naturali già fortemente degradate dai disboscamenti. Ciò essenzialmente ha comportato, nel corso del '900 alcune importanti e inedite dinamiche a carico del paesaggio agro-forestale:

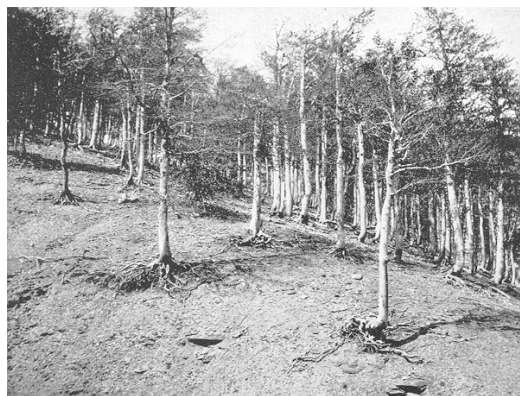
- l'abbandono delle attività forestali (essenzialmente dell'utilizzazione del ceduo);
- l'abbandono della coltivazione del castagneto, diffuso su ampie superfici;
- l'abbandono di poderi, pascoli, colture prative, e la conseguente colonizzazione di queste aree da parte della vegetazione spontanea, arbustiva ed arborea;
- l'abbandono del patrimonio edilizio rurale.

La stretta dipendenza tra uomo e risorse naturali in Appennino è stata per secoli facilmente riconoscibile dalle trasformazioni del paesaggio e dal degrado degli elementi naturali. Ovunque, anche nelle aree che oggi ci appaiono remote e inaccessibili (e proprio per questo ancora boscate) ad esempio, il bosco "naturale", che potremmo identificare potenzialmente in una foresta d'alto fusto a prevalenza di latifoglie, articolata nella struttura per età delle piante e per la presenza di arbusti e di un ricco sottobosco, è stato oggetto di alterazioni più o meno intense. La prima e sostanziale di queste alterazioni è stata, in tempi oramai lontani, la trasformazione delle fustaie in ceduo.

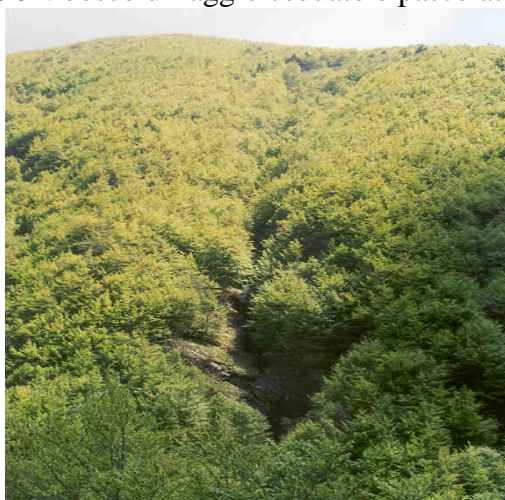


Alto Silla (Lizzano B.) 1920: taglio del bosco di faggio in area prossima al crinale appenninico (sinistra); stessa area, oggi Parco Regionale del Corno alle Scale (destra).

Il prolungato ed intenso sfruttamento del bosco comporta una graduale scomparsa delle specie più delicate ed esigenti e l'impoverimento del terreno. Il suolo forestale rappresenta uno dei fattori più importanti per il mantenimento dei delicati equilibri degli ecosistemi. Anche il bosco di faggio è stato sottoposto ad una forte e secolare pressione dovuta a tagli frequenti ed al pascolo. Nella prima metà del '900 in Appennino bolognese l'economia dell'ancora numerosa popolazione montana era strettamente dipendente dall'uso delle risorse naturali locali (legna da ardere, carbone, frutti del bosco e del sottobosco, ecc.) e i versanti montani, spesso privati della copertura arborea per estese superfici, si caratterizzavano per la propensione al dissesto.



Alto Dardagna (Lizzano B.) 1901: bosco di faggio ceduato e pascolato; suolo in forte erosione



Stessi versanti, oggi.

Nel volume “L’Appennino bolognese, descrizione ed itinerari, 1881” a cura del Club Alpino Italiano si riporta, con toni forti:

“Al taglio sistematico delle boscaglie sui monti, al dissodamento in vasta scala, al pascolo, all’incendio, si aggiunge, nella regione montuosa di Bologna, la natura instabile, franosa, dirutissima delle aree che le argille scagliose e le marne argillose fanno tristi e desolate colla loro sterilità e col loro monotono carattere [...] Il disboscamento, purtroppo non esclusivo della montagna bolognese, questo flagello delle nostre migliori e più solide risorse agricole nazionali; questo iniquo portato della ignoranza, dell’egoismo delle genti montanare, segnatamente dei pastori, ed eziandio, è forza confessarlo, dei soverchianti oneri bene spesso imposti dal Governo ai Comuni della montagna, si manifesta nei nostri monti e nelle vallate, in modo evidentissimo. Diverse ne sono le cause, e deplorabili gli effetti, difficili e di tardo risultato i rimedi [...] il rimboschimento è deplorabilmente difficile nella montagna bolognese”

La pressione sul territorio e l’uso delle risorse forestali erano pertanto, in aree instabili, inevitabilmente accompagnati da un diffuso presidio (di uomini e di opere) a difesa delle pendici: ciò si attuava attraverso la capillare sistemazione idrogeologica (essenzialmente mediante la regimazione idrica dei coltivi e, talvolta, la realizzazione di opere idrauliche lungo i torrenti). Nelle zone alte dell’Appennino, oggi, ove il bosco si estende quasi sempre uniforme ed omogeneo lungo i versanti, l’abbandono dei campi e dei prati-pascoli, con il conseguente graduale rimboschimento spontaneo di queste aree, se da una parte ha permesso l’ampliamento delle macchie di arbusti e l’aumento della superficie forestale, dall’altra sta favorendo la scomparsa dell’alternanza tra bosco e radure, che, oltre a rappresentare un tipico aspetto del paesaggio alto appenninico, svolge un ruolo

importante per diverse specie di fauna. L'abbandono del bosco ha comunque favorito quasi ovunque la lenta ricostituzione del suolo, il contenimento dell'erosione superficiale e, più in generale, il miglioramento dell'ecosistema forestale; in alcune situazioni, in forte degrado, l'abbandono ha invece portato a localizzati fenomeni di dissesto idrogeologico (spesso su pendii ripidi e suoli superficiali), ingresso di specie esotiche, rischio di incendi. Il disboscamento infatti non ha seguito quasi mai criteri razionali, intaccando anche equilibri ed ecosistemi difficilmente ripristinabili, originando dissesto idrogeologico nel caso di forte pendenza dei versanti e di litologie facilmente alterabili dall'azione degli agenti atmosferici.



Loc. Segavecchia (Lizzano B) ca. 1940: estesa utilizzazione del ceduo (sn); stessa area oggi (dx)

Un lieve miglioramento della situazione forestale si delineò dopo secoli di pressione, a partire dai primi anni del novecento, con l'attuazione di iniziative di politica forestale e l'attuazione delle provvidenze per la tutela e "*l'incoraggiamento della selvicoltura*" contemplate dalla legge Luzzati (1910), che istituì l'Azienda di Stato per le Foreste Demaniali. Il miglioramento si accentuò con la legge forestale del 1923, ma, tuttavia, la scarsità dei mezzi e le incerte direttive in materia montana non condussero ad affrontare il problema in modo omogeneo su tutto il territorio nazionale. Grazie a questi provvedimenti partirà comunque una intensa attività vivaistica e di rimboschimento che caratterizza l'Appennino bolognese dalla fine del 1800, che sarà essenziale nell'opera di regimazione idrogeologica dei versanti montani e nella prevenzione del dissesto e rappresenta oggi una importante testimonianza storica, culturale ed educativa.



Costruzione del vivaio di Castelluccio (Porretta T.) primi del '900 (sn) ; il vivaio oggi (dx)

Con la prima “Festa degli alberi” celebrata dalla Società Emiliana Pro Montibus et Sylvis a Castiglione dei Pepoli il 27 agosto 1899 ed in seguito ripetuta in altre località della montagna bolognese, si mettono a dimora le prime simboliche piantine forestali ed inizia l’opera di riforestazione dei pascoli e dei terreni agricoli che avevano sostituito nel tempo il bosco naturale. A queste prime iniziative della Pro Montibus seguirono dopo pochi anni, l’inaugurazione dei vivai forestali a Castelluccio (Porretta T.), a Monte Coroncina (Castiglione dei Pepoli), a Segavecchia (Pianaccio di Lizzano B.), a Bombiana (Gaggio Montano).



Gradoni preparatori al rimboschimento, Porretta T., primi del ‘900 (sn); la stessa area, oggi (dx)

Nel dicembre del 1901 si costituisce a Bologna il Consorzio tra Stato e Provincia “*Per il rimboscamento ed il rinsaldamento dei terreni montani*” che iniziò la sua attività di sistemazione idraulico-forestale nel bacino montano del Rio Maggiore a partire dagli anni 1902-1903, dopo alcune gravi inondazioni del centro abitato di Porretta Terme. A Bologna nel 1909, con lo svolgersi del “Congresso Forestale Nazionale”, si gettano le basi per l’emanazione delle successive leggi sul Demanio Forestale dello Stato (1910), sulla sistemazione dei bacini montani (1911) e sulla tuttora vigente Legge Forestale (1923). Avviene in quegli anni, sempre grazie all’attività della Pro Montibus, l’istituzione del primo parco nazionale, il Parco d’Abruzzo. Alla luce di questi importanti avvenimenti si potrebbe simbolicamente considerare l’Appennino bolognese come il nucleo di tante iniziative forestali del primo novecento; ed in effetti, innumerevoli sono le attività che, a partire dai primi decenni del XX° secolo, testimoniano l’intensa ed incessante opera selvicolturale sui versanti più alti delle montagne bolognesi. Con i vivai in piena produzione e disponendo di manodopera a “basso costo”, centinaia e centinaia di ettari di ex-pascoli e coltivi sulle pendici più alte dei Comuni montani, dalla Futa al Monte Coroncina, dai bacini di Brasimone e Suviana a Monte Granaglione, Monte Cavallo, Monte Piella, fino a Ronchidoso ed alle alte valli del Silla e del Dardagna vengono poco a poco ricoperti di giovani piantine forestali. Gli impianti erano spesso preceduti da una preventiva opera di sistemazione idraulico-forestale e di terrazzamento, come testimoniano le immagini ritrovate negli archivi del Corpo Forestale dello Stato, cui era demandato il compito di seguire gli interventi. In condizioni di estremo impoverimento del suolo, su versanti denudati ed erosi da lunghi periodi di pascolo e taglio intenso, il rimboschimento vero e proprio era infatti preceduto dalla creazione di gradoni realizzati con pietrame locale sui quali veniva riportato manualmente uno strato di terriccio vegetale che permetteva alle piantine di sopravvivere ai primi difficili anni di trapianto. Ancora oggi, a distanza di decenni, è possibile osservare questi gradoni lungo i versanti, ove i muri in pietrame resistono alle intemperie grazie alla copertura del bosco adulto.



Monte Cavallo (Porretta T.): rimboschimento adulto di conifere su gradoni a secco, oggi.

Per quanto riguarda le attività agro-zootecniche, grazie ai provvedimenti di sostegno economico e politico, fino alla metà del secolo scorso la trasformazione di aree naturali in coltivi ha rappresentato un elemento primario delle politiche di bonifica montana; in effetti la vitalità dell'azienda agro-silvo-pastorale e la continuità di occupazione del settore forestale erano alla base di un modello di sviluppo economico e di conservazione del suolo che conferiva particolare rilevanza anche alla conversione agricola di aree "improduttive". La coltivazione di foraggere selezionate ad esempio, che poteva fornire, in aree svantaggiate per la zootecnia, un valido supporto alimentare di emergenza ad integrazione delle foraggere ricavabili da zone più basse, ha perso interesse con la graduale scomparsa della pratica del pascolo.



Dissodamento di aree in quota ai fini zootecnici. Corno alle Scale (Lizzano B.), inizio '900



Le stesse aree, oggi Parco Regionale del Corno alle Scale

Anche lungo i versanti quasi sempre di natura argillosa del medio Appennino bolognese (seguendo la direttrice del Reno, indicativamente da Silla a Marzabotto), ove il bosco è rimasto soltanto sulle più ripide pendici e lungo gli impluvi, sostituito in tempi oramai lontani dai campi, dai seminativi e dai pascoli, l'uso del suolo è mutato radicalmente nel corso dell'ultimo secolo: le attività tipiche dell'azienda agro-zootecnica, sempre accompagnate da sistemazioni idrauliche necessarie per contenere i fenomeni erosivi, hanno lasciato oggi il posto ad pratiche estensive gestite spesso dal contoterzismo (prati, seminativi) o all'incuria; spesso l'abbandono dei coltivi sta favorendo il lento ma progressivo ritorno delle aree forestali mentre l'abbandono della utilizzazione del bosco (ceduo, castagneto da frutto), può comportare aspetti positivi come l'arricchimento degli ecosistemi o l'accumulo di biomassa o negativi: maggiore rischio di incendio ai margini di strade, smottamenti localizzati, perdita di elementi tradizionali del paesaggio, omogeneizzazione delle strutture e delle varietà colturali in ambito forestale. La ricostituzione spontanea del bosco negli ex-coltivi sulle pendici argillose è in genere lenta, e dipende da diversi fattori: il degrado e la natura del suolo, la pendenza, l'esposizione dei versanti, la presenza di idonei nuclei arborei di disseminazione ai confini delle aree. In molti casi, anche dopo 30-40 anni di abbandono, i campi risultano ancora ricoperti da arbusti radi; spesso, l'assenza della regimazione superficiale delle acque piovane, garantita per secoli dalla presenza umana in montagna, provoca fenomeni di dissesto generalmente superficiali che possono talvolta contribuire alla riattivazione di frane quiescenti.



Camugnano, terreni ex agricoli in abbandono caratterizzati da evidenti fenomeni di instabilità

In anni più recenti il fenomeno dell'abbandono ha leggermente modificato le sue caratteristiche. Le ondate migratorie che avevano spopolato la montagna e la collina si sono esaurite ed in molte aree, in particolare di fondovalle, è in atto una tendenza opposta. Nuove forme di turismo, sviluppo infrastrutturale e dei servizi, progressivo aumento degli insediamenti artigianali e del terziario, minori costi del mercato immobiliare, stanno facilitando questo lento processo di ripopolamento ed espansione dei nuclei abitati di fondovalle.



In primo piano, terreni rimessi a coltura di recente, siepe e, sullo sfondo, calanchi ed ex agricoli in abbandono (Sasso Marconi)

Semplificando le dinamiche del periodo più recente, rispetto a ciò che macroscopicamente risalta tra i complessi processi sociali in atto, è possibile individuare:

- un calo del fenomeno dell'abbandono dell'attività agro-silvo-pastorale, relativo alle aziende territorialmente marginali, grazie anche ad una politica di sostegno rurale dell'U.E.;
- un graduale ripopolamento dei Comuni collinari e montani, con incremento della popolazione soprattutto nelle aree di fondovalle e conseguente espansione delle aree urbanizzate sui versanti immediatamente sovrastanti. A questo fenomeno si è accompagnato di frequente l'ingresso di elementi culturali e sociali nuovi, indotto dall'insediamento di nuclei famigliari composti da cittadini immigrati;
- il parallelo recupero di nuclei abitativi sparsi ed isolati, non soltanto come seconde case ma come aree di residenza, in particolare nella fascia collinare prossima alla pianura;
- l'espansione delle attività artigianali e di piccola-industria, con graduale aumento della superfici adibite ad aree produttive;
- lo sviluppo del sistema di aree protette e reti ecologiche (cinque Parchi Regionali in aree collinari e montane della Provincia, istituzione di diversi siti di interesse comunitario)
- la crescita di iniziative relative alla valorizzazione turistica e culturale del territorio (Progetti "Buon Appennino", "Bell'Appennino", "Museo Aperto", promozione agriturismo, ecc.).

Da un punto di vista sociale, osservando nel complesso i principali indicatori demografici ed economici dell'Appennino bolognese è possibile riscontrare, a partire dal dopoguerra, una notevole diminuzione della popolazione residente, accompagnata da un progressivo aumento dell'indice di vecchiaia. Ciò si riscontra in maniera omogenea per tutta la montagna regionale fino alla metà degli anni '70. Dagli anni '80 in poi si registra una inversione di tendenza. Il paesaggio è ancora oggi comunque fortemente influenzato dai sistemi agro-silvo-pastorali tradizionali sviluppatisi durante i secoli e la complessità del mosaico paesistico risultante è assai complessa, per l'importanza che l'agricoltura detiene (soprattutto in pianura e collina) nell'economia nazionale e la diretta relazione esistente fra le trasformazioni del territorio rurale e le dinamiche demografiche.

“Ciò che infatti distingue la complessità dei caratteri storici del paesaggio italiano rispetto ad altri paesaggi europei è la molteplicità e stratificazione delle impronte che tante civiltà hanno lasciato nel territorio e nelle forme di boschi, pascoli e campagne. Queste stesse civiltà, d'altro canto, hanno fornito nel corso del tempo un contributo così incomparabilmente ampio di nuove specie, tecniche di coltivazione, modi di captazione e uso dell'acqua, costruzioni e manufatti, che il carattere storico del nostro

paesaggio assume un valore del tutto particolare rispetto agli altri paesi europei, come d'altra parte assodato dalla ricerca scientifica” (Agnoletti, 2006)

Il quadro dell'Italia agricola alla fine dell'ottocento, evidenzia una forte frammentazione generata da fattori ambientali e storici e da un progressivo adattamento alle diverse condizioni territoriali. Fattori ambientali, ordinamenti colturali, insediamenti, caratterizzano lo stesso paesaggio delle aree rurali con tratti omogenei e tipici. All'interno di questa variegata realtà, esistevano alcuni tratti comuni: l'espansione del seminativo con una ampia prevalenza di coltivazioni cerealicole, spesso destinate al sostentamento diretto, le coltivazioni erbacee, quelle arboree (vite, olivi, gelsi, alberi da frutto). La zootecnia trovava spesso nelle aree montane maggiori possibilità di sviluppo soprattutto grazie al settore lattiero-caseario (ancora oggi, la vocazione per la produzione di parmigiano-reggiano rende possibile la sopravvivenza di aziende agricole in aree svantaggiate dell'Appennino bolognese).



Grizzana Morandi: terreni ex-pascoli in abbandono

Frumento e mais prevalevano invece, nella pianura e nella fascia collinare pedemontana mentre canapa e grano erano diffusi in Romagna. In collina soprattutto, e in modo minore in pianura, i terreni lavorativi erano abbinati alle coltivazioni arboree: viti sostenute da noci, salici, pioppi e gelsi (seminativi arborati, ancora diffusi e visibili nelle foto aeree degli anni '50).

“In sintesi, osservando le evoluzioni delle superfici e delle coltivazioni praticate, si può mettere in evidenza un duplice orientamento corrispondente agli anni Cinquanta-Sessanta durante il boom economico e i decenni successivi. Fin dagli anni della ricostruzione post-bellica, l'agricoltura italiana nel più vasto contesto europeo, si è mossa nel quadro di un modello di sviluppo agricolo ancora orientato al raggiungimento di più alte produzioni per competere sui mercati internazionali. La dimensione medio-piccola, tipica delle unità poderali mezzadrili e delle aziende a conduzione diretta, ha lasciato il posto all'allargamento della forbice tra aziende di grandi dimensioni e piccole. Sono questi gli anni in cui si è verificata anche una disarticolazione e scomposizione della filiera produttiva, con la diffusione del contoterzismo.” La diffusione della meccanizzazione per l'esecuzione delle diverse lavorazioni, hanno portato anche ad adottare diverse sistemazioni collinari. Si è assistito, ad esempio, ad un ritorno al cosiddetto «rittochino» (in parte sostituito nel corso dell'Ottocento da terrazzamenti e coltivazioni trasversali per un più equilibrato deflusso delle acque) per consentire la meccanizzazione, eliminando le tradizionali sistemazioni collinari e andando incontro a fenomeni erosivi nelle pendici più acclivi.” (Agnoletti, op.cit.)

La struttura agricola appare oggi profondamente cambiata. Ad una meccanizzazione specializzata, si affianca un'agricoltura più sostenibile, considerata in un più ampio contesto rurale anche grazie agli indirizzi di politica agricola comunitaria. Il cambiamento degli stili di vita, ha determinato un nuovo flusso di ritorno alla campagna come luogo di residenza, così come è forte il richiamo di nuovi percorsi turistici che abbinano le coltivazioni e le produzioni agricole nel contesto dei beni paesaggistici.



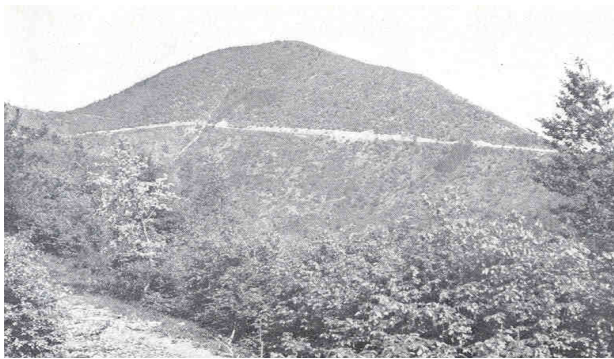
Monzuno: alternanza di bosco (querceto) e campo (medicago); sul versante opposto, seminativi, prati stabili, e bosco

Per quanto riguarda le aree forestali, dai primi del '900 ad oggi, l'estensione dei boschi sul territorio nazionale è quasi raddoppiata: d'altro canto la superficie agricola dal 1920 è in costante diminuzione. L'aumento del bosco è avvenuto soprattutto nelle regioni di montagna e collina, dove si trovavano circa il 70% dei terreni coltivati e si accompagna quindi ad un aumento delle specie vegetali a carattere forestale, associate ai sistemi naturali o seminaturali. Le foreste italiane si trovano oggi in uno dei momenti di massima espansione rispetto agli ultimi tre secoli.



Porretta Terme: mosaico di bosco e campo

Questo processo è però stato accompagnato dalla semplificazione delle strutture forestali, a causa della perdita di importanti fattori pedologici ed ecologici (erosione, compattamento a causa di pascolo, incendi, tagli frequenti, ecc.). Oggi spesso le aree forestali si presentano da un punto di vista eco-strutturale indubbiamente più "povere", con scomparsa delle specie ecologicamente più fragili.



Monte Tresca (Porretta T.), anni '20 (denudamento totale per sfruttamento ceduo, alternanza di bosco e radure) ed oggi (cedui invecchiati, copertura forestale totale)

Sintetizzando possiamo inquadrare:

- l'abbandono delle aree marginali, che ha favorito fenomeni di imboschimento spontaneo o artificiale, alterando i paesaggi tradizionali preesistenti.
- l'estensione delle monoculture con la creazione di grandi accorpamenti, realizzati eliminando gli elementi considerati inutili o di ostacolo alla meccanizzazione (siepi, filari, fossi di guardia, ecc.)
- la specializzazione delle colture, sostituendo le colture promiscue con impianti artificiali ad alta densità (es. oliveti, vigneti, frutteti) o intensivizzando le colture su piccola scala (es. serre, colture orticole).
- la perdita di specie (animali e vegetali) associata ai sistemi agrari tradizionali.

Tutte queste trasformazioni hanno anche inciso sulla sostenibilità energetica dell'azienda rurale, nel passato legata al ricorso a risorse naturali locali e dal modello a "ciclo chiuso" ove l'apporto energetico dall'esterno era pressoché nullo.

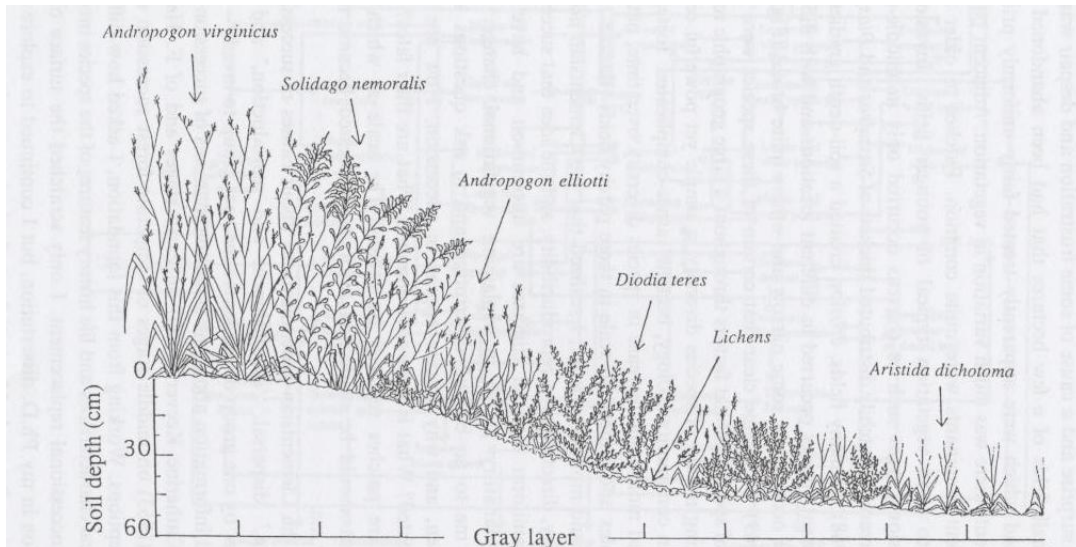
"In generale si assiste ad una tendenza del paesaggio verso una progressiva omogeneizzazione, che porta ad una banalizzazione e semplificazione della struttura paesistica, con una perdita dei caratteri "culturali" che hanno contraddistinto la significatività del paesaggio italiano nel contesto mondiali [...]. Nelle aree abbandonate o marginali esso assume caratteri più "naturali" dovuti soprattutto all'aumento dei boschi, mentre nelle aree intensamente coltivate alla semplificazione spaziale si aggiunge la semplificazione degli ordinamenti colturali, o l'intensivizzazione delle pratiche agricole. (Agnoletti, op. cit.)

1.4 Successioni e dinamiche post-colturali

La dinamica naturale e l'intervento dell'uomo portano a innumerevoli cambiamenti nelle caratteristiche delle comunità vegetali, a livello locale, regionale e talvolta globale. Indipendentemente dalle cause e dall'intensità dei cambiamenti, gli ecosistemi sono spesso naturalmente in grado di recuperare molte delle loro caratteristiche attraverso le successioni naturali (Bazzaz, 1996)

Quando un ecosistema risulta soggetto a variazioni temporali nella sua struttura e nei suoi processi intrinseci siamo di fronte alle successioni ecologiche. La successione, od evoluzione ecologica della vegetazione, si riferisce ad un processo di ripetuti cambiamenti che avvengono nel tempo in un determinato ambiente nei suoi fattori fisici, chimici e biologici, interessandone attivamente e passivamente le componenti biotiche. In particolare si definisce come

“l'occupazione di un determinato bio spazio da parte di una comunità di organismi viventi, ovvero la variazione qualitativa e quantitativa (di composizione, di struttura, eccetera), definita anche in termini temporali della preesistente componente biotica della stazione, avvenuta in seguito all'azione di fattori di perturbazione naturali o antropogeni” (Urbinati, 1992).



Successioni vegetazionali su gradienti a diversa profondità di suolo (Bazzaz, op.cit.)

Le successioni sono definite secondarie quando si manifestano come vere e proprie sostituzioni biologiche, parziali o totali, delle biocenosi preesistenti in una determinata superficie. In alcuni casi la sostituzione avviene in seguito a variazioni della stazione provocate dagli stessi organismi residenti (successione autogena); in altri casi essa è da ricondurre prevalentemente all'azione di fattori esogeni (successione allogena).

Il termine "successione forestale" sembra attribuibile a Thoreau, filosofo e naturalista, che lo utilizzò, nel 1863, per descrivere l'insediamento di una quantità di specie caducifoglie in una pineta del nord-est degli U.S.A. in seguito alla utilizzazione forestale (Kimmings, 1987; Thoreau, 1880).

I primi tentativi di descrivere i modelli evolutivi della vegetazione, disturbata in seguito a fattori perturbativi autogeni, si rifanno alla teoria del monoclimalismo di Clements. L'autore fornisce un contributo fondamentale alla interpretazione dinamica dei fenomeni ecologici e sviluppa la teoria secondo cui la composizione specifica e la struttura delle comunità terminali (climax) sarebbero controllate da fattori macroclimatici (Clements, 1916). In una determinata area pertanto esisterebbe una sequenza costante di comunità in successione e dinamismo fino al raggiungimento di uno stabile autoriproduttore climax in equilibrio con le caratteristiche stazionali del luogo. A queste teorie seguirono quelle del policlimalismo (Tansley, 1920) secondo cui la composizione delle comunità e la stabilità temporale sottostanno all'influenza di diversi molteplici fattori ognuno dei quali può essere dominante nel tempo e nello spazio. La successione pertanto, secondo Tansley non seguirà sempre e necessariamente lo stesso percorso e lo stesso stadio finale, ma un potenziale mosaico di differenti tipi di comunità climax, in equilibrio con uno svariato numero di fattori ambientali. Studi successivi integrano le due posizioni, affermando che le comunità possono anche integrarsi vicendevolmente a causa della distribuzione individuale dei singoli organismi lungo un gradiente ambientale. In questo caso la comunità sarà caratterizzata da un modello integrato in cui il climax che occupa la più ampia porzione di habitat è considerato prevalente ed esprime in termini biologici

le condizioni stazionali e climatiche. Pertanto l'azione di fattori biotici o merobiotici potrebbe solo temporaneamente bloccare il processo successionale verso il climax senza comunque modificarne il percorso. In generale è possibile affermare che il processo successionale:

- è discretamente direzionale, e quindi prevedibile
- è controllato dai biota, ma è l'ambiente fisico locale a fissarne i tempi e le modalità di attuazione
- si conclude in un sistema stabile con biomassa ai livelli massimi compatibili con l'ambiente locale.

Odum, ecologo contemporaneo, afferma che

" la strategia successionale, intesa come processo a breve termine, si identifica quasi con quella dello sviluppo evolutivo a lungo termine della biosfera, cioè dell'aumento di omeostasi necessario per poter usufruire della massima protezione contro le perturbazioni dovute all'ambiente fisico". (Odum, 1969)

Altri diversi modelli, particolarmente idonei per spiegare i meccanismi di sostituzione delle specie, sono posti da Connell e Slatyer (1977):

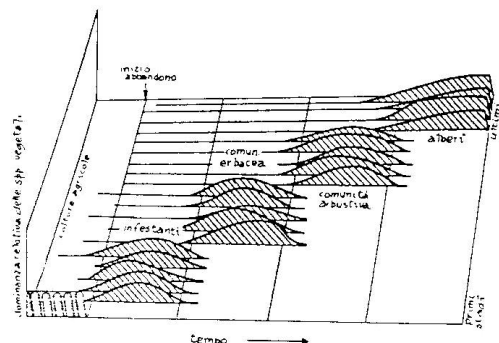
- il modello di "facilitazione", per cui le specie transitorie si insediano solo se le specie pioniere hanno precedentemente preparato le condizioni ambientali;
- il modello di "tolleranza", per cui le specie transitorie si insediano indipendentemente dall'influenza esercitata dalle specie pioniere sui fattori ambientali;
- il modello di "inibizione", per cui le specie pioniere talvolta impediscono l'insediamento di altre specie.

La scomparsa delle specie pioniere si ha comunque a seguito di perturbazioni di origine abiotica o biotica che permettono l'ingresso a specie più longeve e più resistenti alle sollecitazioni esterne. Il processo di ricolonizzazione di terreni dismessi dalla coltivazione viene solitamente considerato come una sequenza di fasi vegetazionali diversamente caratterizzate, sia in termini compositivi, sia fisiologici. Ciò pare evidente qualora si verifichi in successione la sequenza in cui dapprima predominano specie erbacee annuali e invasive, poi specie erbacee perenni, quindi specie arbustive ed arboree pioniere (eliofile) e definitive. Due concetti fondamentali possono essere comunque sintetizzati dai vari e numerosi studi vegetazionali sulle dinamiche di colonizzazione dei terreni abbandonati: la predisposizione e la competizione. La prima teoria è quella del "relay floristic" (staffetta floristica): essa ipotizza il verificarsi di ondate di gruppi vegetazionali sempre più specializzati, che si sostituiscono ai precedenti, preparatori delle condizioni idonee all'ingresso delle specie terminali. La seconda è quella della "initial floristic composition" (composizione floristica iniziale), secondo la quale tutte, o quasi tutte, le specie coinvolte nel processo sarebbero comunque presenti su quel territorio fin dal primo momento, ed anche precedentemente all'abbandono dei coltivi. Questi processi sarebbero fortemente condizionati dalla composizione iniziale della comunità e da quella presente nei territori limitrofi. Diversi studi sono stati compiuti anche in merito alle dinamiche dei "tempi" dei processi successionali. Ellenberg ha indicato in "diversi secoli" il tempo necessario al ritorno di associazioni forestali zonali su suoli di pascoli abbandonati (Ellenberg, 1988). Alther e Stahlin (1977), hanno osservato che dopo 150 anni lo stadio successionale è ancora caratterizzato da specie arboree poco longeve, cioè indicatrici di fasi pioniere. Kimmins (1987) riferisce invece che la tipologia dell'ambiente influisce anche sui tempi

necessari alle transizioni serali, che sono comunque controllate da fattori intrinseci alle comunità esistenti. L'autore individua, quali fattori di controllo:

- il grado di variabilità dei fattori ambientali
- la produttività degli organismi e loro efficienza nel determinare la variazione
- la longevità degli organismi predominanti in ogni stadio
- la capacità concorrenziale degli organismi.

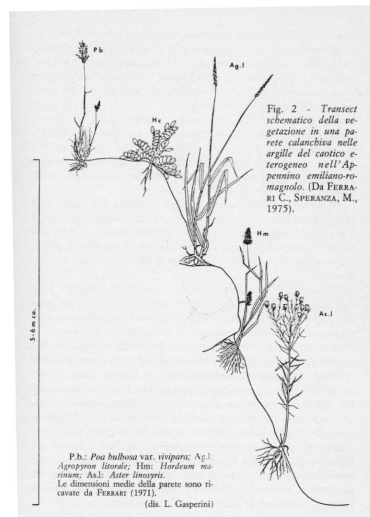
La successione secondaria in un campo agricolo inizia comunque quando questo viene abbandonato. Può essere definita come l'insieme dei cambiamenti della struttura, che avanzano spontaneamente, e che portano ad un aumento del suo livello di organizzazione (Glavac 1996). Molti parametri caratterizzano il livello di organizzazione di un sistema fitocenosi/sito e le forze che guidano la successione sono i diversi cicli vitali e le diverse strategie di propagazione delle specie che già facevano parte della comunità vegetale al momento dell'abbandono o che fanno il loro ingresso come specie nuove. Alla fine del suo sviluppo spontaneo, il sistema arriva al suo massimo livello di organizzazione possibile. In generale le modificazioni nella struttura e nella composizione delle specie all'interno di una comunità sono accompagnate da cambiamenti nelle funzioni dell'ecosistema: il bilancio produttivo, la biomassa e lo scambio di energia tra le differenti componenti variano nell'ambito delle differenti fasi delle sere. Il ciclo nutritivo mostra un percorso di cambiamento continuo. La successione ecologica segue quindi uno schema determinato ma le diverse situazioni in cui il processo può avere luogo e le molteplici influenze esterne inducono un ampio spettro di variabilità soprattutto nei confronti della velocità e dei tempi in cui il processo si sviluppa e nella durata dei diversi stadi, fino al climax.



Stadi di insediamento della vegetazione in ex coltivi (da Bagnaresi, 1981)

Negli ultimi decenni, l'abbandono dei campi agricoli è diventato un processo ampiamente diffuso in Europa. Secondo i dati della FAO, l'area usata come "Arable Land & Permanent Crops" si è ridotta del 12.9% tra il 1961 e il 2001 nell'intera Europa, e in Italia, nello stesso periodo, del 29.7%. Nella regione mediterranea, e in particolare in Italia, la successione secondaria in campi abbandonati è stata studiata da diversi autori. Nel caso di una frana, ed in particolare di colate di argilla, i fenomeni sono ancora più complessi. Una volta raggiunta una fase di stabilità, le dinamiche connesse alla ricostituzione di una copertura vegetale sono in genere lente e discontinue e dipendono da molteplici fattori di carattere stazionario. La totale asportazione (trasporto a valle in area di accumulo, rimescolamento, dilavamento, ecc.) della matrice pedologica e la conseguente assenza di suolo e di fertilità, connessa a fattori climatici come piovosità, vento, siccità, ecc. possono rendere assai problematico e lungo l'insorgere dei processi di successione vegetale, soprattutto dell'ingresso di specie arboree. Le dinamiche specifiche soprattutto in ambiente appenninico risultano ancora oggi poco note e studiate probabilmente a causa della complessa caratterizzazione dei fenomeni anche se diversi autori in Italia hanno affrontato i temi

dell'abbandono dei coltivi sia in ambiente Alpino e Prealpino (ove pare prevalga di frequente una colonizzazione diretta di specie arboree) che in stazioni mediterranee, ove si assiste generalmente ad una dinamica più graduale e lenta, caratterizzata da una fase arbustiva più o meno lunga. Spesso, in relazione al prevalere di fattori di stabilità o di instabilità e forte erosione, si assiste a fenomeni di periodica distruzione e ricostruzione di serie con cicli che possono perdurare per lunghi periodi fino a che, raggiunto un equilibrio, l'ambiente può evolvere verso dinamiche vegetazionali di maggiore copertura e grado evolutivo. Nel caso opposto, è possibile la regressione verso forme calanchive a forte erosione.



Transect schematico della vegetazione su parete calanchiva, Appennino emiliano-romagnolo (da Ferrari C. Speranza M., op.cit.)

Tra i fattori limitanti e condizionanti l'insediamento e lo sviluppo della copertura vegetale è possibile evidenziare fattori climatici (luce, temperatura, acqua, precipitazioni, vento), fattori orografici e fattori edafici (profondità del suolo, scheletro, tessitura, struttura, sostanza organica, Ph, carbonato di calcio, salinità, elementi nutritivi, ecc.).

1.5 G.I.S., uso del suolo e analisi territoriale

La mole delle informazioni da gestire per affrontare le dinamiche territoriali ed ambientali risulta sempre più ampia e complessa ed è oggi difficilmente praticabile senza l'ausilio di strumenti informatici. I "Sistemi informativi geografici" (GIS) possono essere definiti un insieme organizzato di professionalità, metodologie, tecnologie informatiche (hardware e software), in grado di catalogare, elaborare, analizzare e visualizzare dati ed informazioni georiferite.

Il GIS si configura come un "Decision support system" cioè come un sistema nato all'origine per il supporto decisionale ai processi di pianificazione territoriale. I dati georiferiti sono la tipologia di dati caratterizzati da un riferimento geografico esplicito (coordinate di un sistema di riferimento) o implicito. Alle informazioni geografiche sono associate le peculiarità della componente geografica del dato in un database finalizzato all'analisi territoriale che si esplicita in:

- possibilità di stabilire *regole topologiche*: un insieme di regole per definire in maniera esplicita le relazioni tra elementi, i rapporti di connessione e continuità e per collegare tali elementi ai relativi attributi descrittivi;
- capacità di *elaborazione*: possibilità di applicare moduli di analisi quali l'interrogazione spaziale (querying), l'analisi di prossimità (proximity analysis), l'analisi di sovrapposizione (overlay analysis);

- vantaggio della *visualizzazione*: la vista grafico-spaziale del dato esplicita la componente territoriale evidenziando le correlazioni spaziali e temporali.

L'aspetto che caratterizza il GIS è quello geometrico: esso memorizza la posizione del dato impiegando un sistema di proiezione reale che definisce la posizione geografica dell'oggetto. Il sistema può gestire contemporaneamente i dati provenienti da diversi sistemi di proiezione e riferimento e consente di mettere in relazione tra loro dati diversi, sulla base del loro comune riferimento geografico in modo da creare nuove informazioni a partire dai dati esistenti. I GIS presentano normalmente delle funzionalità di analisi spaziale ovvero di trasformazione ed elaborazione degli elementi geografici degli attributi. Esempi di queste elaborazioni sono:

- l'*overlay topologico*: in cui si effettua una sovrapposizione tra gli elementi dei due temi per creare un nuovo tematismo (ad esempio per sovrapporre il tema dei confini di un parco con i confini dei comuni per determinare le superfici di competenza di ogni amministrazione o la percentuale di area comunale protetta);
- le *query spaziali*, ovvero delle interrogazioni di basi di dati a partire da criteri spaziali (vicinanza, inclusione, sovrapposizione etc.);
- il *buffering*: da un tema puntuale, lineare o poligonale definire un poligono di rispetto ad una distanza fissa o variabile in funzione degli attributi dell'elemento;
- la *segmentazione*: algoritmi di solito applicati su temi lineari per determinare un punto ad una determinata lunghezza dall'inizio del tema;
- la *network analysis*: algoritmi che da una rete di elementi lineari (es. rete stradale) determinano i percorsi minimi tra due punti.

Un tipico esempio di applicazione di un GIS, utilizzato anche nella presente ricerca, può essere l'analisi territoriale del dissesto idrogeologico: un evento franoso generalmente dipende da un grande numero di fattori parzialmente correlabili tra loro ed un GIS può essere un valido strumento che permette la catalogazione e la manipolazione di tutti i dati utilizzabili. Ad esempio nell'elaborazione di adeguate verifiche di stabilità e nella creazione di specifiche carte di zonazione del rischio frane/crolli o la verifica di elementi antropici.

Tra i vantaggi nell'utilizzo di GIS in questo genere di analisi territoriali si ricordano:

- la velocità di calcolo rende possibili analisi che richiedono sovrapposizione di molte carte e l'interpretazione di grandi quantità di dati;
- la possibilità di correggere i modelli creati valutando i risultati ottenuti e modificando velocemente i valori in input;
- la possibilità di potere velocemente aggiornare la cartografia ad esempio con nuove osservazioni di campagna rilevate durante i sopralluoghi o con gli interventi di consolidamento previsti in fase progettuale.

La facilità di gestione di dati permette una veloce modifica degli input e quindi la generazione di vari scenari in output. Tale possibilità è molto importante per poter effettuare delle analisi più approfondite. Il GIS è oggi diffuso per analisi del territorio e implementazione di carte tematiche: pedologiche, climatiche, morfologiche, geologiche, vegetazionali, emergenze naturalistiche, dissesto, potenzialità erosiva, ecc. L'integrazione di tecniche GIS e Fuzzy Logic possono ad esempio essere utilizzate per l'esplicitazione dei patterns di variabilità spaziale di specifici fattori ambientali o per la caratterizzazione del territorio mediante sovrapposizione e intersezione di strati informativi e analisi della loro distribuzione. Una applicazione particolarmente utilizzata dei GIS

risulta essere l'elaborazione di carte tematiche contenenti informazioni sull'uso del suolo. Le metodologie e le tecniche di realizzazione di cartografie di uso/copertura del suolo sono oggetto di attività di ricerca in diversi campi operativi:

- automazione delle procedure
- sperimentazioni di nuove fonti di dati
- approfondimenti tematici (urbano, agricolo, aree naturali)
- multiscalarità/integrazione dati
- tecniche di valutazione delle accuratezze
- definizioni di standard

Tali ambiti sono “accademicamente” multidisciplinari e possono interessare in modo globale o settoriale diversi settori:

- geografia
- ingegneria
- architettura
- scienze agrarie/forestali
- geologia
- scienze naturali/ambientali

Nonostante le molteplici positive iniziative di ricerca e lo sviluppo delle tecnologie informatiche GIS le cartografie di uso/copertura del suolo vengono ancora essenzialmente realizzate con la stessa metodologia di base: la fotointerpretazione ed il telerilevamento. Il telerilevamento aereo e satellitare offrono oggi una vasta gamma di immagini multispettrali ad alta e altissima risoluzione: pixel < 1 m, multispettrali: VIS, NIR, ottima geometria, costi contenuti. Per quanto riguarda la caratterizzazione delle classificazioni di uso del suolo, in genere si fa riferimento a standards e metodi largamente diffusi. Nel 1985 il Consiglio delle Comunità Europee ha varato il programma CORINE (COoRdination of INformation on the Environment) per dotare l'Unione Europea, gli stati associati e i paesi limitrofi dell'area mediterranea e balcanica di informazioni territoriali omogenee sullo stato dell'ambiente. Nell'ambito del progetto era compreso *il progetto CORINE-Land Cover* specificamente destinato al rilevamento e al *monitoraggio*, ad una scala compatibile con le necessità comunitarie, *delle caratteristiche del territorio*, con particolare attenzione alle esigenze di tutela ambientale. Nel 1991 il programma è stato esteso ai paesi dell'Europa Centrale e dell'est europeo e negli ultimi anni è stato implementato nella maggior parte degli Stati.

Caratteristiche principali di Corinne Land Cover sono:

- cartografia di uso/copertura del suolo scala 1:100.000;
- minima unità cartografabile: - uso 25 h, cambiamenti 5 h;
- ampiezza minima elementi lineari 100m;
- accuratezza 100m;
- affidabilità tematica • 85%;
- sistema di nomenclatura “standard” con una legenda di 44 voci su 3 livelli gerarchici;
- ottimizzazione del rapporto tra i costi ed il dettaglio dell'informazione.

La carta dell'uso del suolo è un mezzo assai efficace di rappresentazione del territorio e trova quindi svariate applicazioni a supporto di tutta una serie di strumenti di pianificazione e gestione territoriale. La Regione Emilia-Romagna si è dotata di una carta di uso del suolo già alla fine degli anni '70: tale carta fu realizzata su tutto il territorio alla scala 1:25.000 attraverso la foto interpretazione delle foto aeree a colori in scala 1:13.000 e la restituzione su tavolette IGM. La

legenda dell'uso del suolo, nella seconda edizione del 1994, è stata predisposta tenendo conto delle realtà del territorio regionale, delle edizioni precedenti e dell'impostazione della legenda CORINE-land cover. Le delimitazioni areali dell'uso del suolo desunte dalla fotointerpretazione e dove necessario verificate in campagna, trovano riscontro nella legenda articolata su quattro livelli per un totale di circa 80 classi. Le classi dei primi tre livelli sono riferite a Corine Land Cover, mentre le classi del quarto livello sono riferite ai progetti su scala nazionale del Gruppo di Lavoro "Uso del Suolo" del Centro Interregionale e sono calibrate su temi di interesse regionale. Le immagini satellitari Quickbird, utilizzate per la realizzazione della carta più recente dell'uso del suolo, datata 2003, sono immagini pancromatiche ad alta risoluzione che consente di ottenere un prodotto di grande precisione geometrica e notevole dettaglio tematico aggiornabile nel tempo. Il notevole dettaglio delle immagini ha permesso di definire oltre ottanta classi di uso diverse che offrono all'utente finale la possibilità di effettuare una vasta gamma di accorpamenti ed elaborazioni mirate. Anche il confronto con le edizioni precedenti è relativamente facile. Alla fine degli anni 90 una collaborazione tra l'Istituto per i Beni Artistici, Culturali e Naturali ed il Servizio Sistemi Informativi Geografici della Regione Emilia-Romagna ha permesso la costruzione di una cartografia storico-regionale derivata dalle produzioni preunitarie dal 1828 al 1853. Il territorio regionale è coperto dalla Carta Topografica Austriaca (scala 1:86.400) e, per una piccola porzione, dalla Carta Topografica degli Stati di Terraferma di Sua Maestà il re di Sardegna del 1853 (scala 1:50.000). La cosiddetta carta topografica austriaca si compone in realtà di diverse cartografie realizzate a più riprese. Le singole carte, del tutto omogenee per scala, disegno e simbologia, e perfettamente assemblabili in un unico reticolo, sono:

- Carta topografica dei Ducati di Parma Piacenza e Guastalla del 1828, conosciuta anche con il nome di "carta di Maria Luigia";
- Carta topografica del Regno Lombardo-veneto del 1833;
- Carta topografica del Ducato di Modena e Reggio del 1849;
- Carta topografica dello Stato Pontificio e del Gran-Ducato di Toscana del 1851.

La costruzione del database dell'uso del suolo storico dà un'immagine unitaria del paesaggio dell'Emilia-Romagna della metà dell'ottocento, fornendo un quadro delle profonde trasformazioni che il territorio ha subito nel corso di centocinquant'anni. Il confronto con l'uso del suolo del 1976 e del 2003 permette di stimare i cambiamenti e di quantificare i fenomeni dell'ultimo periodo storico. Ad esempio risalta subito la trasformazione radicale del paesaggio agricolo della pianura, che passa da un governo promiscuo del territorio al seminativo nudo, con una diminuzione della presenza arborea considerevole. L'ambiente delle acque è notevolmente cambiato in seguito alle grandi bonifiche delle zone ferraresi e romagnole, che nel 1850 erano già in corso e che termineranno negli anni sessanta del ventesimo secolo. Gli insediamenti urbani nel 2003 risultano quasi decuplicati. I dati sull'uso del suolo, sulla copertura vegetale e sulla transizione tra le diverse categorie d'uso figurano tra le informazioni più frequentemente richieste per la formulazione delle strategie di gestione sostenibile del patrimonio paesistico-ambientale e per controllare e verificare l'efficacia delle politiche ambientali e l'integrazione delle istanze ambientali nelle politiche settoriali (agricoltura, industria, turismo, ecc.). A questo riguardo, uno dei temi principali è la trasformazione da un uso 'naturale' (quali foreste e aree umide) ad un uso 'semi-naturale' (quali coltivi) o "artificiale" (quali edilizia, industria, infrastrutture). L'analisi delle trasformazioni d'uso del suolo e/o della copertura vegetazionale può avvenire a più livelli, dipendenti dalle informazioni a disposizione (diversa risoluzione spaziale, multitemporalità dell'acquisizione). I due principali approcci sono quello spazialmente esplicito (basato su mappe e utilizzando oggi gli ambienti GIS) e quello statistico (basato su informazioni puntuali). Il vantaggio del primo approccio sta, come già affermato, nella possibilità di utilizzare i dati in ambiente GIS dove possono essere confrontati ed elaborati con altre informazioni.

1.6 Caratterizzazione delle frane in Appennino bolognese

La peculiare conformazione geomorfologica ed il clima rendono il territorio italiano particolarmente esposto ai rischi del dissesto idrogeologico. Sotto quest'aspetto l'Appennino, essendo una catena montuosa di recente formazione, rappresenta una realtà particolarmente studiata. Dal punto di vista geologico risulta prevalentemente formato da rocce argillose, alternanze argilloso calcaree e argilloso arenacee, con assetto e struttura interna fortemente caoticizzato per l'intensa deformazione subita durante l'orogenesi e per le dinamiche genetiche delle rocce. Se a ciò si aggiungono gli effetti del clima, si comprende come su tali versanti sia favorita una notevole dinamicità evolutiva del territorio. La morfologia e tipologia dei suoli e dei versanti dell'Appennino Bolognese in particolare, risulta molto variegata e può essere spiegata con l'esistenza di un paleo-oceano apertosi tra Europa e Africa a partire dal Giurassico medio. Sui fondali di questo oceano si formarono parte delle rocce che attualmente si osservano estremamente mescolate e prendono il nome di Argille Scagliose, che possono dare luogo ad ampie zone calanchive interrotte da ammassi rocciosi di varie dimensioni che costituiscono frammenti di rocce inglobate, di diverse età, di materiale calcareo, arenitico, marnoso o addirittura ofiolitico, ovvero residui della vecchia crosta oceanica.

“L'aspetto così fortemente frazionato e caotico del nostro Appennino rendono l'Emilia-Romagna e di conseguenza il bacino del fiume Reno, una delle regioni più franose d'Italia con circa il 20% del territorio collinare e montano occupato da corpi di frana, di cui circa un terzo attivi o riattivatisi negli ultimi 30 anni. I terreni argillosi tipici del nostro Appennino subiscono, a contatto con l'acqua, un rapido deterioramento delle proprie caratteristiche meccaniche deformandosi plasticamente sino a determinare la mobilitazione di interi versanti o di porzioni di essi e inducendo spesso instabilità anche in zone adiacenti.” (www.regione.emilia-romagna.it/geologia)

L'evoluzione geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo, come quella di tutta la penisola italiana, è legata all'ultima delle grandi orogenesi, in seguito alla quale si sono individuate le maggiori catene montuose oggi esistenti, dalle Alpi all'Himalaya.

“Alla fine del processo deformativo i sedimenti di questi domini risultano traslati e sovrapposti in modo assai complesso, strutturati in unità ed elementi tettonici (interessati da un trasporto significativo rispetto al loro originario dominio di sedimentazione), oppure in successioni stratigrafiche (interessate da un minor grado di alloctonia); le principali unità e successioni affioranti nel territorio regionale (collinare e montano) sono le Unità liguri, la Successione epiligure, la Falda toscana, l'Unità Modino, la Successione Cervarola, la Successione umbro-marchigiano-romagnola” (www.regione.emilia-romagna.it/geologia)

Ad una relativa giovinezza geologica si contrappone una presenza antropica remota che indubbiamente ha contribuito a trasformare il paesaggio già dall'antichità. Le prime testimonianze di insediamento o frequentazione dell'area di montagna bolognese risalgono al Neolitico (VIII millennio a.C.) e all'età del rame, IV-III millennio a.C. Reperti indicano la presenza umana nella successiva età del Bronzo (III-I millennio a.C.) e in epoca villanoviana (dal IX Secolo a. C.), in particolare, nelle aree di media valle del Reno, siti della successiva età etrusca. L'impulso al popolamento della parte bassa delle valli del Reno e del Setta è con ogni probabilità ricollegabile alla sua vicinanza a due importanti vie di collegamento tra l'Emilia e la Toscana, frequentate sin dall'antichità: l'itinerario della dorsale Setta-Savona, che da Bologna saliva verso monte Adone, transitando per Monzuno, monte Venere, Madonna dei Fornelli e monte Bastione, per raggiungere la Futa e l'itinerario della valle del Reno che da Bologna passava per Casalecchio di Reno, Sasso Marconi, Marzabotto e si articolava poi in una serie di percorsi di crinale o a mezza costa che

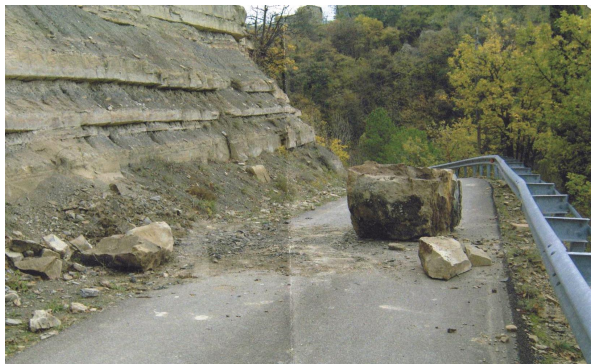
portavano a Pistoia. Indubbiamente una così prolungata interazione tra insediamenti umani e risorse naturali ha avuto una influenza sul dissesto idrogeologico. Le frane, le dinamiche fluviali (erosioni di sponda, laterali, divagazioni e alluvioni) ed in genere i processi erosivi sono in gran parte fenomeni naturali, gli stessi che nel corso di centinaia di migliaia di anni hanno modellato l'Appennino, costruito la pianura emiliano-romagnola e alimentato di sedimenti la costa adriatica.



Frane su argilla (S.Benedetto Val di Sambro, Gaggio Montano)

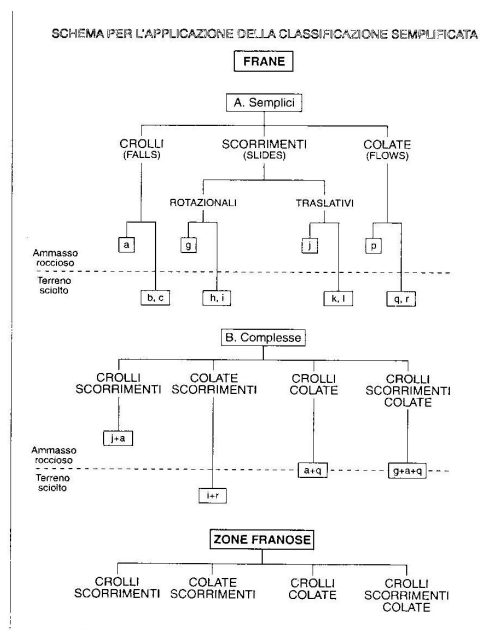


Frana su marne (Bologna) e su flisch marnoso arenaceo (Lizzano B.)



Crollo su formazione arenacea, Castel d'Aiano; frana su strada comunale, Camugnano

La stessa influenza dell'uomo su tali processi, non è ben quantificabile, sebbene alcune modifiche del territorio (disboscamenti, tagli di versante, usi del suolo non idonei) soprattutto se prolungati nel tempo, e altre meno dirette indotte sul clima a scala globale possono averne intensificato o innescato l'azione. Le frane, in un territorio come l'Appennino emiliano, costituiscono per diffusione e numero una caratteristica peculiare in gran parte ascrivibile alla evoluzione naturale del paesaggio. Nell'ambito dell'evoluzione morfologica dei rilievi, esse infatti costituiscono i più appariscenti fenomeni di trasporto in massa nonché quelli che provocano le conseguenze più importanti sull'attività dell'uomo. Gran parte dei corpi di frana, in particolar modo quelli di grandi dimensioni, possiedono caratteri di notevole persistenza nel tempo e la loro attuale distribuzione è il risultato di una evoluzione millenaria dei versanti, in cui a periodi di quiescenza di durata pluriennale o plurisecolare si alternano, in occasione di eventi climatici eccezionali (e forse in occasione di forti terremoti) rimobilizzazioni in massa talvolta accompagnate da ampliamenti parziali: la quasi totalità delle frane attualmente attive è infatti costituita da riattivazioni, parziali o totali, ripetute nel tempo, di corpi franosi preesistenti con ampliamenti di superficie e sovrapposizioni di accumuli. I fenomeni di neoformazione sono estremamente rari e prevalentemente di piccole dimensioni e spesso relativamente superficiali, come è deducibile dalla analisi comparata delle immagini aeree e satellitari, disponibili da oltre 60 anni e dai dati storici sugli insediamenti e sulle segnalazioni di dissesto, disponibili, con frequenza variabile fin dalla fine del medioevo.



Esempio di schema semplificato di classificazione delle frane (Varnes, 1978)

“Le caratteristiche peculiari delle frane dell’Appennino emiliano – romagnolo hanno due importanti implicazioni in termini di conoscenze e gestione territoriale:

1.La stabilità areale dei corpi di frana permette di realizzare una cartografia del dissesto affidabile nel tempo e quindi di effettiva utilità nella pianificazione;

2.Il comportamento intermittente in termini di stato di attività, specialmente degli accumuli di frana più estesi spesso caratterizzati da movimenti lenti, alternati a lunghi periodi di quiescenza, espone la popolazione al rischio di sottovalutare la pericolosità di siti il più delle volte poco acclivi, spesso coltivati e complessivamente "invitanti" per una espansione urbanistica, e al rischio di perdita della memoria storica di movimenti franosi spesso con tempi di ritorno superiori a una generazione”(www.regione.emilia-romagna.it/geologia)

Si riportano alcune considerazioni generali relative alle tipologie di frana in Emilia-Romagna:

“le tipologie di movimento dominanti risultano essere gli scivolamenti, in accordo con le caratteristiche litologiche e geotecniche del territorio appenninico, dominato da alternanze tra rocce lapidee (arenarie e calcareniti in prevalenza) e peliti o peliti marnose, conseguenti alla origine torbidityca di gran parte delle unità geologiche dell’Appennino settentrionale. La frequenza maggiore degli scivolamenti è in corrispondenza del medio – alto Appennino e nella parte romagnola. I colamenti lenti sono la seconda tipologia in ordine di frequenza e si impostano prevalentemente sulle litologie argillose, affioranti nella parte medio bassa dell’Appennino emiliano (prevalentemente appartenenti ai Domini liguri e subliguri) e nella bassa collina romagnola. Le tipologie complesse risultano particolarmente frequenti nel medio Appennino in corrispondenza dei Flysch liguri, caratterizzati da numerose e grandi frane profonde impostate su alternanze arenitico-pelitiche frequentemente fratturate e favorevoli allo sviluppo di frane costituite da associazione tra scivolamento rotazionale (nella area prossima al coronamento) e colamento lento. I crolli non sono particolarmente frequenti vista la relativa rarità di superfici verticali e di rocce lapidee”. (www.regione.emilia-romagna.it/geologia)

La distribuzione territoriale delle frane rivela la loro stretta dipendenza dalle formazioni a litologia prevalentemente argillosa. Nell’ambito della presente ricerca sono state prese in considerazione in modo prevalente frane su tale substrato.

1.7 Sistemazioni idraulico forestali e ingegneria naturalistica

Secondo i dati attualmente disponibili presso il Servizio Geologico Regionale, il 17,6% del territorio collinare-montano della Provincia di Bologna è censito come area in dissesto idrogeologico, ed il numero di movimenti franosi presenti in Provincia è stimato in poco più di 8000; più del 16% delle infrastrutture viarie di montagna è interessato da fenomeni franosi. Da una analisi delle segnalazioni di dissesto pervenute negli ultimi anni al Servizio Tecnico Bacino Reno (in media circa 150 segnalazioni all’anno, ma il numero può variare molto a seconda dell’andamento stagionale delle precipitazioni) il 70% riguarda problemi sulla viabilità e su altre infrastrutture lineari (acquedotti, linee elettriche, gasdotti).



La frana di Grecchia, Gaggio Montano (di fronte e da monte, versante opposto)

La restante percentuale è ripartita tra segnalazioni di dissesti su aree agricole e nuclei abitativi. Da un confronto con i dati delle Province vicine, non si può che concordare con quanto riportato già da studiosi storici come l'Almagià:

“Se l'Italia è una delle quattro nazioni più franose al mondo, l'Appennino emiliano è, con grande probabilità, la zona più franosa d'Italia, come era già stato riconosciuto sin dai primi autori che si sono occupati di censimento dei dissesti a livello nazionale”
(Almagià, 1907)

In tale contesto le sistemazioni idraulico-forestali hanno storicamente svolto un ruolo centrale nell'ambito delle attività di difesa del suolo e forestazione favorendo la realizzazione di interventi capillari sul territorio del bacino del Reno e lungo gli assi dei principali sottobacini sin dall'inizio del secolo. Fino a qualche decennio fa le finalità di intervento si basavano su di un corretto ed equilibrato rapporto tra sviluppo e conservazione del suolo che assegnava, tra l'altro, particolare rilevanza al recupero colturale di aree degradate “improduttive”, garantendo nel contempo la sopravvivenza dell'azienda agro-silvo-pastorale e la continuità di occupazione per il settore forestale: la valorizzazione economica di aree marginali, mediante la applicazione di modelli di gestione del territorio rurale di tipo conservativo, ha rappresentato un'importante azione di tutela e sviluppo dell'economia montana, come testimoniato dai contenuti e dagli indirizzi dei primi piani di sviluppo di Comunità Montana e dalle indagini svolte fin dagli anni '60 da Enti come l'Istituto per lo Sviluppo Economico dell'Appennino (ISEA), l'Accademia Nazionale di Agricoltura, i Consorzi di Bonifica Montana. Più di recente, si assiste ad un passaggio da un concetto di “bonifica” finalizzato sia alla sistemazione in senso ampio di versanti in dissesto sia al recupero colturale di aree improduttive, ad un appoggio alla difesa del suolo più direttamente legato alla pianificazione territoriale di bacino, alla primaria difesa di elementi antropici in un contesto in cui gli interventi e le tecniche debbono inserirsi correttamente negli equilibri ambientali. La recente legge regionale sulla Valutazione di Impatto Ambientale ad esempio prevede la valutazione di impatto ambientale su ogni nuova briglia in progetto sui corsi d'acqua. Una vasta massa di dati sperimentali provenienti da ogni parte del mondo dimostra il ruolo svolto dalla vegetazione forestale nella protezione del suolo dall'erosione. Già a partire dalla seconda metà del XX secolo, si affermava l'importanza di garantire almeno la manutenzione del territorio del quale le sistemazioni idraulico forestali sono strumento fondamentale. Tra gli obiettivi specifici delle sistemazioni idraulico-forestali è possibile individuare la salvaguardia idrogeologica dei bacini montani, attraverso l'integrazione di opere idrauliche (briglie, rampe, pennelli, scogliere, ecc.) utilizzate per la sistemazione dei torrenti in fase di scavo, erosione o deposito, e tecniche selvicolturali (in genere rimboschimenti di versante, rinverdimenti, ecc.) secondo un concetto integrato di sistemazione di bacino. A partire dalla fine del 1800 numerosi ed estesi interventi di sistemazione idraulico-forestale caratterizzano diversi bacini dell'Appennino bolognese. Ciò dimostra un impegno già allora determinato a difesa dei problemi causati sui versanti argillosi dall'intenso disboscamento necessario per la messa a coltura di pascoli e campi secondo un concetto di integralità del bacino fissato pochi anni dopo nel R.D.L. 3267/23, nel titolo che disciplina le Sistemazioni Idraulico Forestali dei bacini montani e ripreso nella più recente L.183/89 sulla Difesa del suolo.



Briglie sul Rio Maggiore, Porretta Terme, 1902



Difese in fascinate e vimate vive, affiancate a muri a secco Gaggio Montano, primi del '900

Le opere di sistemazione idraulico-forestale hanno quindi storicamente affiancato i rimboschimenti e la salvaguardia del bosco nella difesa idrogeologica dei bacini montani. La regimazione delle acque e la costruzione di opere idrauliche lungo i torrenti, realizzate in Appennino bolognese, sin dai primi del '900 spesso in condizioni ambientali difficili per accessibilità e sicurezza, hanno reso possibile, pur con tecnologie e mezzi limitati, il mantenimento per secoli di un delicato equilibrio tra uso e conservazione del suolo in un territorio caratterizzato da una notevole fragilità geologica e propensione al dissesto.



Costruzione della strada forestale Pianaccio-Segavecchia, primi del '900

“...In molti casi la sistemazione delle frane riuscirebbe assai costosa e difficile, perché il male è profondo ed è dovuto allo sgoverno dei boschi ed al disboscamento dei bacini. Soltanto con la sistemazione idraulica e col rimboschimento del terreno per cui scorre il torrente sarebbe possibile renderne più mite il corso, arrestando la corrosione delle acque, alla quale si deve in gran parte la catastrofe. [...] Quest’opera di mitigazione dei torrenti si ottiene mediante gradual e successive opere di imbrigliamento ossia mediante sbarramenti o serre dei singoli corsi d’acqua di modo che, spezzata gradualmente la potenza ne riesce efficacemente trattenuta fin dall’origine e lentamente distribuita anche la più impetuosa fiumana. [...] E’ chiaro che tali opere di sbarramento non raggiungerebbero la loro totale efficacia se non fossero coadiuvate, per larghi tratti di pendice a dritta e a manca, da larghe zone di rimboschimento, nelle quali ogni pianta funziona poi da sostegno delle terre circostanti e contribuisce a formare un’immensa superficie spugnosa che trattiene per lungo tempo le piogge la cui acqua più tardi cade lentissimamente all’alveo sottostante o si raccoglie in profonde sorgive. Rivista L’Alpe, n.6, 1906 (Pro Montibus et Sylvis)

Nell’alto bacino del fiume Reno, già a partire dai primi anni del novecento vengono realizzate lungo il Rio Maggiore, ed alcuni dei suoi affluenti (Rio Rampaio, Rio Merlano, Rio dell’Abbà, Rio Roncoberna, Rio della Chiesa, Rio Fonti) decine di briglie in pietrame, a secco e in malta, grazie alla fatica e all’impegno di squadre di operai e maestranze forestali. Nel primo progetto, che risale al 1902, si prevedono la realizzazione di 40 briglie di pietrame e malta e di 122 briglie di pietrame a secco, oltre a diverse centinaia di metri di drenaggi in pietrame e difese spondali in pietrame e in legname (graticciate). Risulta interessante rilevare come delle 162 traverse previste, solo 40, per evidenti ragioni di costo di trasporto di materiale in aree impervie, erano progettate in muratura di pietrame e malta (ed erano comunque destinate ai corsi d’acqua maggiori); tutte le rimanenti erano previste in muratura di pietrame a secco, indubbiamente più economiche, in relazione al fatto che (fermo restando il costo della manodopera, a quei tempi assai modesto) tutto il materiale poteva essere reperito in loco. Sebbene alcuni manufatti, di dimensioni ancora oggi ritenute eccezionali, realizzati interamente “a secco” oramai più di cento anni fa, risultino tuttora funzionali e in piedi, numerose di queste opere necessitano di interventi di manutenzione. In molti casi le attuali difficoltà di accesso dei ripidi versanti, che nel corso degli anni si sono ricoperti di vegetazione, rendono assai difficoltosi gli interventi sulle briglie più isolate.



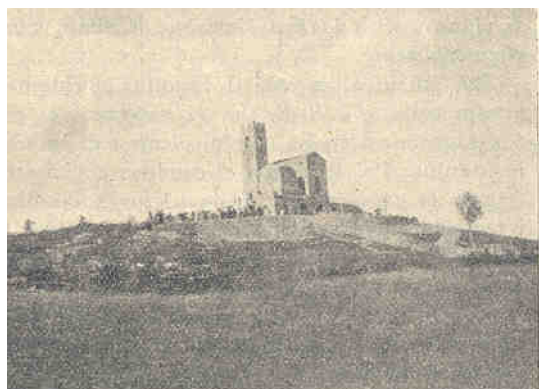
Sasso Marconi: sistemazione idraulica di calanco: 1930 (si notino i fossi di scolo in corrispondenza dei crinali) ed oggi (ancora visibile al piede del bacino il terrapieno con funzione stabilizzante)

Particolarmente interessanti risultano le fotografie che mostrano l'utilizzo di materiale vegetale vivo (piantine radicate, fascine di salici) per la realizzazione di graticciate, viminate, fascinate, come opere di difesa spondale e di versante, integrate all'uso di massicciate.



Lizzano B. viminate vive antierosive, 1920.

Queste opere caratterizzano le diverse tecniche di intervento delle sistemazioni idraulico-forestali e in questi ultimi anni, integrate da soluzioni tipicamente "alpine" come briglie in legname, strutture miste in pali (castagno, larice) e pietre, sono ampiamente riutilizzate come soluzioni a moderato impatto ambientale e paesaggistico nell'ambito delle discipline dell'ingegneria naturalistica, anche in aree appenniniche.



Monte Ronchidoso (Gaggio Montano) 1901, prima festa degli alberi, ed oggi

Le immagini attuali del bacino del Rio Maggiore e dei suoi affluenti, ci mostrano prati e seminativi alternati ad un bosco ceduo di querce, rinfoltito e compatto, mentre nelle zone più alte, in corrispondenza di formazioni arenacee, oramai interamente ricoperte di boschi, le radure stanno lentamente scomparendo ed ampie macchie di verde più scuro testimoniano l'opera forestale che ha affiancato ed integrato la realizzazione delle sistemazioni idrauliche sin dai primi del secolo scorso: i rimboschimenti.



A sinistra, il bacino del Rio Maggiore, oggi; a destra, sistemazione idraulica (T. Sambro)

Se le sistemazioni idraulico forestali sul bacino del Reno hanno una storia consolidata e di lunga data, le tecniche di ingegneria naturalistica intese nella loro modalità di applicazione e realizzazione autonoma e puntuale per la difesa del suolo, hanno visto i primi interventi (palificate vive, coperture diffuse, palizzate vive) lungo il bacino del Reno, a partire dagli inizi degli anni '90. L'ingegneria naturalistica è una disciplina in fase di diffusione anche nel bacino del Reno, che utilizza le piante vive negli interventi antierosivi e di consolidamento in abbinamento con altri materiali di origine locale o industriale, di diversa tecnologia e natura: dai materiali naturali reperibili in loco come paglia, legno, pietrame, ecc. a materiali sintetici di origine industriale (reti metalliche, biostuoie, geotessuti, ecc.).



Opere di Ingegneria naturalistica: palificata viva (particolare) e idrosemina (Lizzano B.)



Sistemazioni idraulico forestali: regimazione idraulica superficiale, brigliette, rimboschimento sullo sfondo (Gaggio M.)

I campi di applicazione dell'ingegneria naturalistica sono vari e spaziano dai problemi classici di erosione dei versanti, delle frane e delle sistemazioni idrauliche in zona montana, a quelli del reinserimento ambientale di opere infrastrutturali di varia tipologia al ripristino ambientale di cave e discariche, ecc. La discreta diffusione assunta in pochi anni in Italia dal settore è dovuto in generale ad una aumentata sensibilità per i problemi ambientali, per la ricerca di soluzioni a moderato impatto e per il lavoro divulgativo e tecnico scientifico svolto dall'AIPIN (Associazione Italiana per l'ingegneria naturalistica). La realtà territoriale italiana è talmente varia da consentire un vasto impiego delle tecniche di ingegneria naturalistica, anche se le condizioni climatiche ed edafiche dell'ambiente appenninico e mediterraneo, rendono necessaria una attenta valutazione della scelte delle specie da impiegarsi come materiale vivo. Ed è del 1973 la pubblicazione e la traduzione in italiano del manuale di H. M. Schiechl "Bioingegneria forestale". Tra il 1994 e il 1995 viene costituito il Gruppo Interregionale di Lavoro sui Recupero Ambientali e l'Ingegneria naturalistica (RAIN) a cui partecipa anche la Regione Emilia-Romagna e che porterà alla realizzazione di uno dei primi manuali tecnici regionali. Nel corso del 2003 la Regione Emilia-Romagna ha concluso tra l'altro una serie di iniziative finalizzate a diffondere e verificare l'applicazione delle tecniche di ingegneria naturalistica con la realizzazione di un progetto di indagine regionale che ha visto il censimento di oltre 250 interventi realizzati. Dei risultati di tale indagine, si è tenuto conto anche nelle analisi dei risultati del presente lavoro.



Realizzazione di fascinate vive (Marzabotto); palizzate vive con talee e piantine (Vergato)



Palificata e geostuoia (Grizzana M.); terre armate vive con idrosemina (Lizzano B.)

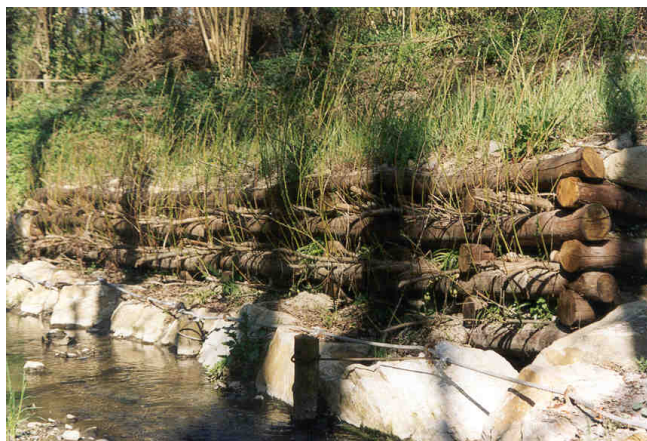


Palizzate e cordone vive (Vergato e Grizzana M.)

“Gli obiettivi, gli ambiti e gli strumenti di SIF e IN sono determinati dalle loro potenzialità e limiti operativi e dal contesto storico di riferimento. Naturalmente i campi e le metodologie di applicazione di SIF e IN sono strettamente legati, se non altro dalla seguente regola fondamentale: la vegetazione induce stabilità e la stabilità produce vegetazione. Infatti, la vegetazione viene interessata dalle opere di difesa del suolo come “materiale da costruzione” (specificatamente nelle opere di IN), ma è direttamente favorita della realizzazione delle opere idraulico forestali, che in genere hanno il compito di creare le condizioni favorevoli al suo sviluppo, impedendo l’erosione superficiale e favorendo la stabilità dei versanti” (Preti, 2005)

L'ingegneria naturalistica comprende alcune delle possibili tecniche idonee alla realizzazione di opere per le sistemazioni idraulico forestali, vale a dire interventi basati sulle interrelazioni fra dissesto idrogeologico, azione e controllo delle acque, dinamiche vegetative. Le opere di tipo estensivo (interventi idraulico-forestali, pratiche agro-silvocolturali quali rimboschimento, rinfoltimento e inerbimento, etc.) possono pertanto essere realizzate anche con tecniche di ingegneria naturalistica e sono dirette alla ricostruzione della copertura vegetale dei versanti assicurandone una migliore stabilità. Gli interventi ingegneristici tradizionali delle sistemazioni idraulico forestali sono infatti spesso riservati alle opere sui corsi d'acqua.

“È comunque opinione comune che gli strumenti biologici (estensivi) e quelli ingegneristici (intensivi) debbano integrarsi nella sistemazione del bacino montano” (Merendi, 1936; Benini, 1990).



Guiglia: difesa spondale con palificata viva protetta al piede da scogliera elastica

L'ingegneria naturalistica rappresenta oggi il recupero e l'affinamento di concetti e tecniche costruttive in uso fin da tempi remoti in particolari realtà ambientali, dove gli unici materiali da costruzione, disponibili e praticamente utilizzabili, erano quelli reperiti direttamente in loco. In Appennino bolognese è possibile ritrovare esempi ed indicazioni relative alla sistemazione dei versanti che già ai primi del '900 individuavano tecniche come viminate vive, graticciate vive, rinverdimenti con talee ed arbusti lungo i torrenti in erosione, ecc.; tutte soluzioni oggi comprese tra quelle riconducibili alla ingegneria naturalistica.



Gaggio M.: Utilizzo simultaneo ed integrato di tecniche di ingegneria naturalistica e di opere idrauliche.

Le questioni dell'applicabilità di queste tecniche ai contesti geo-morfo-pedo-climatici, così diversi da quelli del Centro Europa e del Nord Italia sono di interesse scientifico, in particolare per le regioni mediterranee ove già da circa un decennio si dispone di una ampia casistica di interventi da monitorare e valutare, soprattutto per quanto riguarda gli aspetti e le problematiche connesse ad un corretto impiego delle piante.



Savigno: difesa spondale viva con utilizzo di piantine radicate (ginestra, olivello spinoso, prugnolo, sanguinello) utilizzate in alternativa ai salici; fosso collettore presidiato da brigliette e piantine

1.8 La difesa del suolo: cenni di inquadramento normativo

Scrivono Paolo Guidotti in “Il Camugnanese dal XII al XX secolo, trattando delle storiche e drammatiche frane del Monte Vigese”:

“Le frane, piccole o grandi, sono, insomma, una immagine desolata del nostro Appennino, responsabile certamente la natura geologica del terreno, ma non meno responsabile, almeno oggi, l'uomo con la sua frenesia di immediati sfruttamenti, e con l'uomo, le leggi o insufficienti o buone, ma inutilizzate” (Guidotti, 1985)

Le trasformazioni d'uso dei terreni montani e gli interventi, pubblici e privati, connessi alla difesa del suolo, è legislativamente ed amministrativamente governata a diversi livelli da normative che interessano settori ambientali, opere pubbliche, urbanistica, pianificazione territoriale, ecc. Molto spesso anche la sovrapposizione degli Enti territoriali (ex Geni civili, Consorzi di bonifica, Provincie, Comunità Montane, Parchi) sullo stesso territorio e su problematiche affini (ad esempio la gestione di fenomeni di dissesto) rendono complesso il quadro di competenze e finalità. La legge quadro nazionale in materia di difesa del suolo (L. 183/89 “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”) introduceva su scala normativa il concetto di piano di bacino idrografico ed individuava tra gli obiettivi della sistemazione del territorio anche quelli tesi a realizzare un recupero naturalistico delle aree degradate. L'articolo 1 recita: “...La presente legge ha per scopo di assicurare la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi”. Ancora, all'interno dell'articolo 3 si evidenzia: “...le attività di programmazione, di pianificazione e di attuazione degli interventi destinati a realizzare le finalità indicate all'articolo 1 curano in particolare: la sistemazione, la conservazione ed il recupero nei bacini idrografici, con interventi idrogeologici, idraulici, idraulico-forestali, idraulico-agrari, silvo-pastorali, di forestazione e di bonifica, anche attraverso processi di recupero naturalistico, botanico e faunistico...” Questa importante normativa quadro individuava pertanto tra gli obiettivi della sistemazione del territorio anche quelli finalizzati al recupero naturalistico delle aree degradate, introducendo tra l'altro l'importante strumento dei piani di bacino e cioè la necessità di attuare una pianificazione e programmazione degli interventi sul territorio non più individuata su confini amministrativi ma geografici. Da alcuni anni il concetto di azione integrata, con utilizzo di soluzioni che, mediante indagini interdisciplinari affrontano i problemi della difesa del suolo, del recupero delle aree degradate e della gestione dei corsi d'acqua nel rispetto delle componenti ambientali e del paesaggio, sta diventando un obiettivo prioritario di settore. Anche una delle ultime leggi nazionali sui lavori pubblici, la n.415 del 18 novembre 1998, nota come Merloni ter. riporta nell'art.2 “...si intendono per lavori pubblici...le attività di...anche di presidio e difesa ambientale e di ingegneria naturalistica”. Il panorama legislativo nazionale in materia di difesa del suolo è tuttora alquanto frammentato in diversi settori. Talvolta più unitaria si presenta invece la normativa regionale, che già in diverse realtà è in grado di recepire le tendenze e le trasformazioni in atto sul territorio. Occorre, in materia ambientale, ricordare altre leggi che rivestono particolare importanza. In particolare, per quanto riguarda il settore “acqua” occorre citare il “Testo unico sulle opere idrauliche del 25/07/1904 n°523” che regola le modalità di gestione e di intervento sui corsi d'acqua obbligando tra l'altro chiunque sia intenzionato a realizzare opere idrauliche, a ottenere preventive autorizzazioni presso gli Enti competenti presentando relative richieste e progetti. Ad esempio, nel caso di realizzazione di soglie, rampe, briglie in legname e pietrame, palizzate, o di qualsiasi altro intervento di ingegneria naturalistica lungo un corso d'acqua “pubblico”, occorre fare riferimento a quanto previsto da questa legge che regola le attività idrauliche. Sempre in materia gestione delle acque è opportuno citare la legge 5/1/1994 n.36 “Disposizioni in materia di risorse idriche” che introduce il seguente concetto (art.1) “...Tutte le acque superficiali e sotterranee, ancorchè non estratte dal sottosuolo, sono pubbliche e costituiscono una risorsa che è salvaguardata...”. Una ulteriore normativa nazionale che investe il settore della difesa del suolo, in

particolare con riferimento ai territori montani e collinari è il R.D.L. 30/12/1923 n.3267 “Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani” che, congiuntamente al R.D.L. 16/5/1926 n.1126 costituisce il principale corpo normativo nazionale tuttora in atto relativo al settore forestale. Si tratta di una legge quadro per il settore forestale che tra le varie norme introduce quella del vincolo idrogeologico sottoponendo a vincolo tutti “...i terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di forme di utilizzazione ...possono con danno pubblico subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque” Questa legge, anche in seguito a successive modifiche ed ulteriori norme regionali (per la Regione Emilia-Romagna si ricorda la Legge Regionale n.47 del 1978) vincola la quasi totalità dei terreni montani e collinari subordinandone qualsiasi utilizzo che ne preveda modifiche sulla destinazione d’uso, all’ottenimento di preventive autorizzazioni da parte degli Enti competenti. Tra i vari vincoli ambientali presenti sul territorio questo non è certamente l’unico: occorre ricordare che tra gli strumenti legislativi vigenti esistono diversi piani territoriali come ad esempio: il Piano Territoriale Paesistico Regionale, i Piani di settore delle Province (PTCP) i Piani territoriali dei Parchi regionali, i Piani di sviluppo delle Comunità Montane, i Piani strutturali comunali, ecc. La Regione Emilia-Romagna risulta impegnata nell’ambito del settore dell’ingegneria naturalistica già da diversi anni: risale al 1991 un corso di aggiornamento rivolto ai tecnici dei Servizi Regionali interessati agli aspetti tecnico-applicativi del settore, a cui è seguita, nel 1993, la pubblicazione del volume “Manuale tecnico di ingegneria naturalistica” in collaborazione con la Regione Veneto. Uno degli strumenti fondamentale di inquadramento regionale del settore rimane la Direttiva Regionale n° 3939/94 “Criteri progettuali degli interventi in materia di difesa del suolo nel territorio della Regione Emilia-Romagna” che “...stabilisce concetti e principi vincolanti ai quali dovranno attenersi i Servizi regionali che operano in materia di difesa del suolo, nonché gli altri Enti eventualmente concessionari per la realizzazione di interventi nel settore; [...] essa costituisce [...] un preciso riferimento per la valutazione di opere di difesa del suolo da eseguirsi a cura di altri soggetti, e per il rilascio di autorizzazioni e nullaosta di competenza regionale.” L’articolo 1 di detta direttiva stabilisce chiaramente che tutti gli interventi finalizzati alla difesa del suolo dovranno essere progettati e realizzati anche in funzione della salvaguardia e della promozione della qualità ambientale mediante la scelta di opere ed interventi che non compromettano le caratteristiche funzionali degli ecosistemi, rispettando i valori paesaggistici del territorio. Un altro concetto importante riguarda il basso impatto ambientale delle opere da realizzarsi, viene raccomandato, quando possibile, l’utilizzo delle tecniche di ingegneria naturalistica sia nell’ambito di interventi di consolidamento di versanti e scarpate che di sistemazione fluviali ed opere idrauliche in genere. Anche le Prescrizioni di Massima e di Polizia Forestale (approvate con D.G.R. n. 182 del 31 gennaio 1995, per quanto riguarda la gestione dei terreni montani interessano norme generali di gestione delle aree forestali, dei terreni saldi, la lavorazione dei terreni a coltura agraria, la regimazione delle acque, le trasformazioni delle colture, ecc. e sono un importante riferimento legislativo per chi opera sul territorio. Tra i vari Piani di settore, il Piano Territoriale Provinciale di Coordinamento assume un particolare importanza per la gestione dei terreni montani. Alcuni articoli entrano nello specifico sulla gestione dei terreni; ad esempio l’art. 6.10 “Sistema rurale e forestale nei bacini montani” riporta:

1. Al fine di garantire la conservazione dei suoli, la riduzione dei rischi idrogeologici, la moderazione delle piene e la tutela dell’ambiente, tutti i territori del bacino montano con uso reale agricolo e forestale, anche qualora siano state sospese temporaneamente o permanentemente le lavorazioni, sono soggetti alle seguenti norme:

a) Regimazione idrica superficiale: i proprietari ed i conduttori dei terreni devono realizzare una adeguata rete di regimazione delle acque della quale deve essere assicurata manutenzione e piena efficienza; parimenti deve essere mantenuta efficiente, da proprietari e frontisti, la rete scolante generale liberandola dai residui di lavorazione dei terreni e/o di origine vegetale e da eventuali rifiuti.

b) Sorgenti e zone di ristagno idrico: i proprietari ed i conduttori dei terreni, in presenza di sorgenti e di zone di ristagno idrico delle acque superficiali e/o subsuperficiali, devono provvedere al loro convogliamento nel reticolo di scolo.

c) Utilizzazioni agricole dei territori in dissesto: nei territori interessati da movimenti di massa, per i quali è riconosciuto lo stato di attività e sono verificate le condizioni di rischio da parte degli Enti competenti, le utilizzazioni agrarie devono essere autorizzate dall'Ente competente sulla base di una specifica indagine nella quale deve essere accertata e definita: la compatibilità delle utilizzazioni agrarie e delle tecniche di lavorazione con le condizioni di stabilità e dei fenomeni di dissesto nonché l'assenza di rischio per la pubblica incolumità.) Lavorazioni del terreno: nei territori con pendenze medie dell'unità colturale maggiori del 30%, le azioni a sostegno delle misure agro-ambientali devono essere finalizzate al mantenimento dei suoli a regime sodivo.

Il panorama normativo risulta oggi in una fase di importante transizione, soprattutto per quanto riguarda le competenze degli Enti territoriali: Autorità di Bacino, Comunità Montane e Province sono tra gli organismi in via di riordino e da un punto di vista urbanistico recenti importanti riforme stanno modificando il quadro giuridico; la politica di gestione e sviluppo del settore agroforestale ed ambientale si muove in un complesso e mutevole quadro legislativo ed istituzionale, ed è comunque fortemente guidata ed indirizzata dall'Unione Europea e dalla conseguente pianificazione locale di settore (Piano regionale di sviluppo rurale, piani triennali delle aree protette, ecc.).



T. Zena: colata di argilla su ex agricolo, oggetto di sistemazioni superficiali (vimate) realizzate con contributi comunitari

Capitolo 2 Inquadramento territoriale

2.1 Il bacino del fiume Reno

Il Reno (toponimo di origine celtica “acqua che scorre”), esteso per circa 212 km di lunghezza dalla sorgente più lontana alla foce per circa 5000 km² di ampiezza di bacino idrografico, è il decimo fiume italiano per lunghezza e per superficie di bacino. Nasce in [Toscana](#) nel territorio della [Provincia di Pistoia](#), e se considerato per l'intera lunghezza è senza dubbio il più importante corso d'acqua dell'[Emilia-Romagna](#). Il suo bacino idrografico si sviluppa nelle province di Pistoia, Prato, Firenze, Bologna (quasi l'intera Provincia vi rientra, salvo piccole porzioni montane, e collinari) Modena, Ferrara e Ravenna.

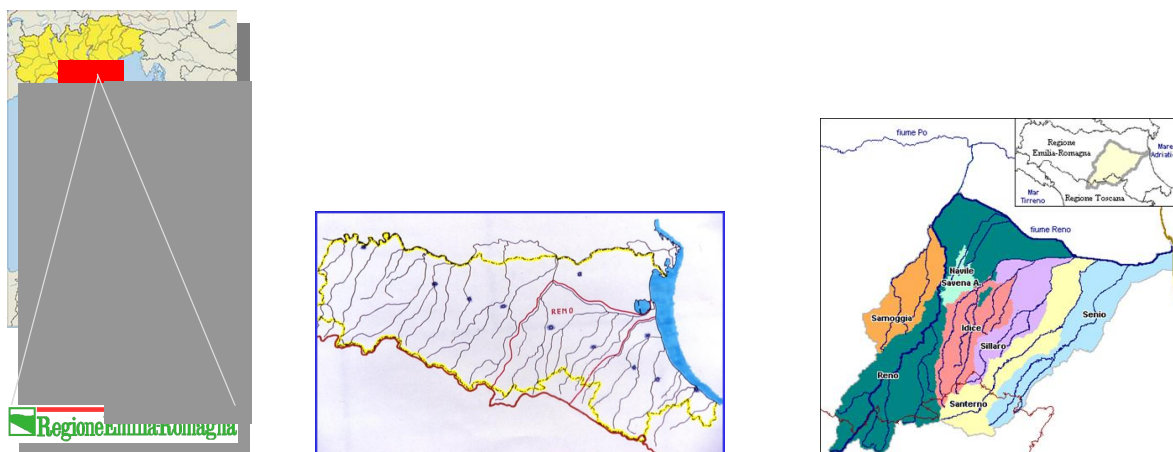


Fig. 1 Inquadramento geografico del bacino del Reno

Il territorio è intensamente abitato e comprende anche zone ad elevatissima concentrazione industriale (tra cui l'area metropolitana bolognese) e fortemente sviluppate anche dal punto di vista agricolo. Il Reno nasce nell'alto Appennino Pistoiese fra i poggi Piaggette e Castello, col nome di Reno di Prunetta. Poco a monte di Porretta Terme riceve a sinistra il Limentra di Sambuca, poi il Rio Maggiore e più a valle il torrente Silla; a Riola riceve sulla destra il Limentra di Treppio. A Sasso Marconi confluisce sulla sua destra il Setta. Alla chiusura del suo bacino montano a Casalecchio, il Reno si dirige a nord fin quasi a Cento, poi a nord-est e infine a sud-est fino ai pressi d'Argenta, prima di dirigersi al mare Adriatico tra campi intensamente coltivati ed argini rettilinei, fino a Casal Borsetti e Lido di Spina. Storicamente ha sempre costituito una importante cerniera fra Nord e Sud dell'Italia e, specialmente la sua valle, eccettuato il tratto iniziale più alpestre (sostanzialmente inaccessibile fino alla metà del secolo XIX) è sempre stato un comodo passaggio fra la pianura padana e il bacino dell'Arno. Allo sbocco in pianura (Chiusa di Casalecchio di Reno) con un bacino sotteso di circa 1.000 km², la portata media annua è di 26,5 m³/sec, mentre, verso la foce è di 95 m³/sec. Le massime portate registrate a Casalecchio di Reno sfiorano i 2.300 m³/sec (2.290 nelle piene con tempo di ritorno di 200 anni e 1.547 nelle piene con tempo di ritorno di 30 anni) ma nelle piene ordinarie si superano di poco i 1.000. Nel tratto di pianura tali valori restano sostanzialmente immutati (anzi, si decrementano, per le massime piene, a circa la metà), sia per l'intervento, appunto in caso di piene critiche, dello Scolmatore del Reno (Cavo Napoleonico, che, con un sistema di porte vinciane collocato poco oltre Cento, adduce una parte di acque al Po, se le condizioni idrauliche di quest'ultimo lo consentono) sia per la redistribuzione dei colmi di piena che avviene nell'alveo, anche se le durate dei colmi si allungano per l'immissione dei numerosi affluenti e per l'intervento dei sistemi di pompaggio dei Consorzi di Bonifica. La portata minima assoluta alla foce è di circa 4 m³/sec, mentre a Casalecchio è di 0,6 m³/sec, anche se un secolo fa non scendeva mai sotto i 5 o 6 m³/sec. L'analisi di questi valori evidenzia il carattere torrentizio del fiume il cui bacino è impostato quasi interamente su rocce e terreni impermeabili (tranne qualche

porzione montana dell'alto corso del fiume, delle due Limentra e del Santerno) che ne caratterizzano notevoli escursioni del regime idraulico. L'ambiente naturale della porzione planiziale del Reno era in epoca preistorica dominato dalle foreste e dalle acque: la massa compatta dei boschi si interrompeva solamente in corrispondenza dei greti fluviali, delle più vaste zone palustri, delle cime più alte dell'Appennino emiliano, ove è il vento il fattore ecologico che determina il limite della vegetazione arborea. La bassa pianura era occupata da un intricato groviglio di rami fluviali attivi, paleoalvei abbandonati, dossi e isolotti emersi e immense distese di acquitrini. Questa situazione era determinata da vari fattori, primi fra tutti la debolissima pendenza del terreno e il regime torrentizio delle portate fluviali. Il corso del Po era molto più a sud dell'attuale, spingendo l'apparato deltizio fino a meridione di dove è oggi Ravenna. Il fiume, che oggi appare rigidamente contenuto da arginature, meandreggiava in una fascia larga qualche decina di chilometri che accoglieva i suoi sedimenti e che in tal modo, lentamente, andava sopraelevandosi rispetto al livello della campagna circostante. In pianura le foreste crescevano più fitte e rigogliose sui dossi fluviali e nelle zone più rilevate, dove prosperavano farnie e carpini bianchi; nelle zone più umide, soggette a temporanei allagamenti, a questi alberi si accompagnavano l'olmo, il pioppo bianco, il frassino minore ed i salici, mentre l'ontano nero si spingeva anche nelle zone sommerse in permanenza. Le colline argillose erano ricoperte da vasti querceti ed orno-ostrieti interrotti solamente dalle frane e dai calanchi. Le zone a quote più elevate furono quelle che risentirono maggiormente dei cambiamenti climatici registrando negli ultimi 10.000 anni una notevole modifiche nella composizione forestale. Se alla fine dell'ultima era glaciale predominavano il pino silvestre ed il pino mugo, la successiva espansione dei querceti misti (con nocciolo, tiglio, frassini, aceri, ecc.) denota temperature decisamente meno rigide. Attorno al 5500 a.C. ebbe inizio un periodo di clima mite e umido che favorì l'estendersi dell'abete bianco, mentre dopo il 2500 a.C. un certo raffreddamento consentì l'espansione del faggio, che è tuttora la pianta più diffusa e meglio rappresentativa della foresta montana appenninica. In generale oggi la flora presenta caratteristiche particolarmente ricche ed interessanti in un territorio orograficamente vario e tormentato con caratteristiche climatiche di transizione tra mediterraneità e continentalità.

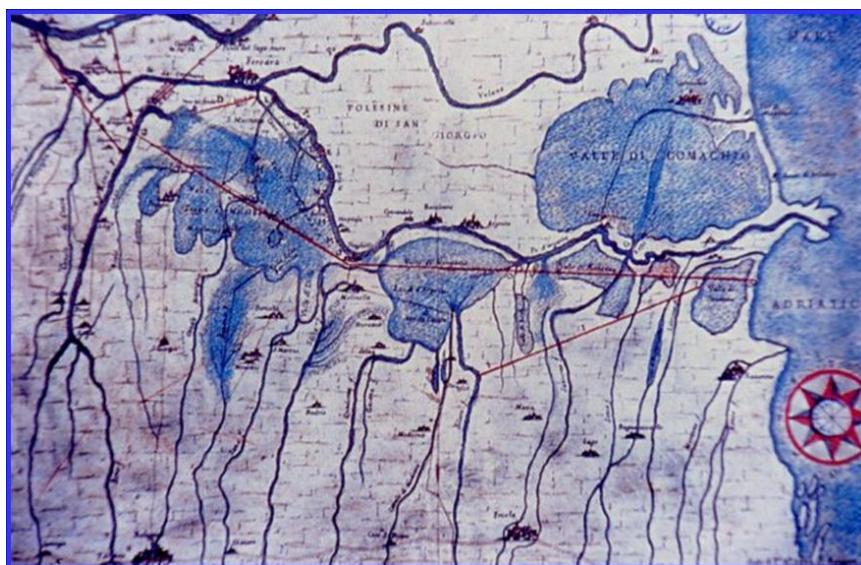
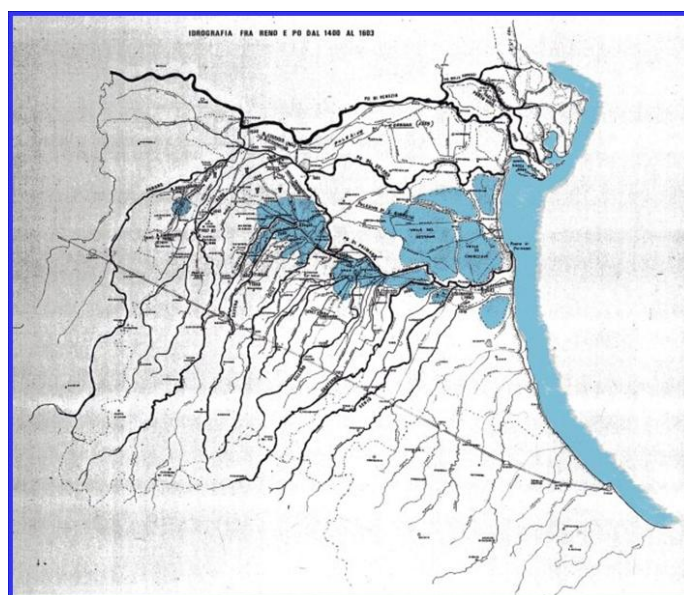


Fig. 2b. Cartografia del Bacino Reno, secondo Camillo Sacenti, 1682



Nelle due carte seguenti (figg. 2d, 2e) è individuata l'area di studio, nell'ambito del bacino, rispetto ai limiti dei sottobacini ed alla rete idrografica principale e minore.

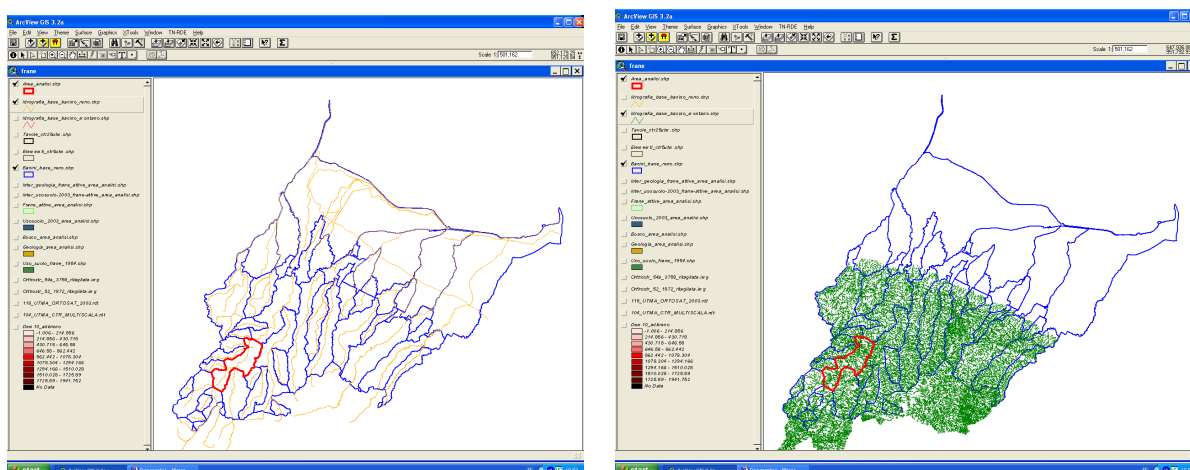


Fig. 2d, 2e. Bacino, area di studio, rete idrografica principale e secondaria

Per quanto riguarda le peculiarità climatiche generali del bacino, è possibile affermare che alla determinazione generale del clima concorrono:

- la posizione geografica, che situa l'area nella zona temperata settentrionale;
- la localizzazione tra Appennino e Adriatico, al margine centro-meridionale della pianura padana, che la fa risentire delle caratteristiche climatiche di questa valle e che la espone a venti di nord-est;
- il crinale appenninico, diretto da NO a SE, e la successione dei contrafforti e delle valli, orientati da SO a NE, che influenzano l'andamento dei venti.

Il Mar Adriatico, chiuso e poco profondo, pur distando appena una trentina di chilometri dall'estremità orientale della provincia, pare non esercitare alcuna reale azione mitigatrice sulle temperature estreme. Anche la barriera alpina, se a occidente attenua l'afflusso di masse d'aria di origine atlantica, a est non ostacola lo spostamento verso SO dell'aria continentale. La barriera appenninica per contro impedisce l'influsso mitigatore del Mar Tirreno. Pur rimanendo sempre all'interno della classe dei climi temperati, si possono, sul bacino, distinguere diverse fasce altimetriche e climatiche.

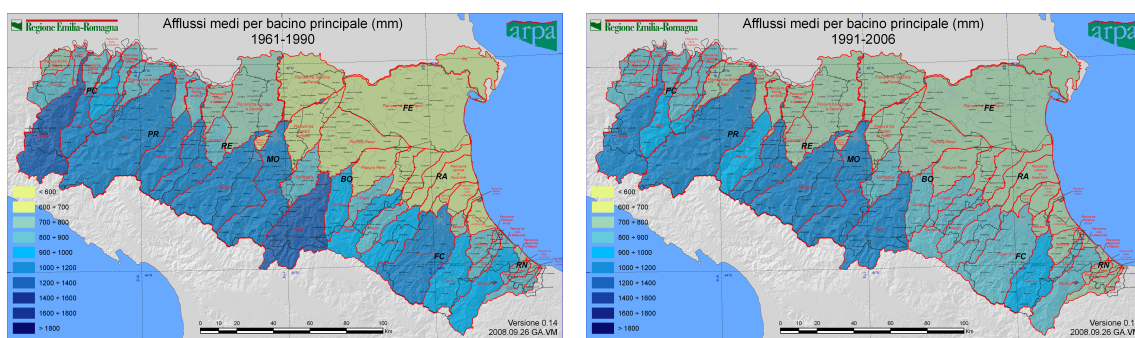


Fig. 3 Afflussi medi per bacino: trentennio 1961-90 e 1991-2006 (Dati ARPA)

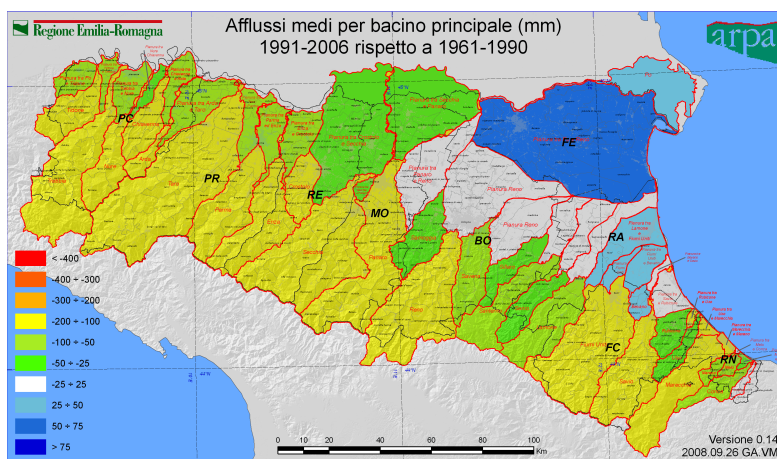


Fig. 4 Afflussi medi per bacino: confronto tra i due periodi (Dati ARPA)

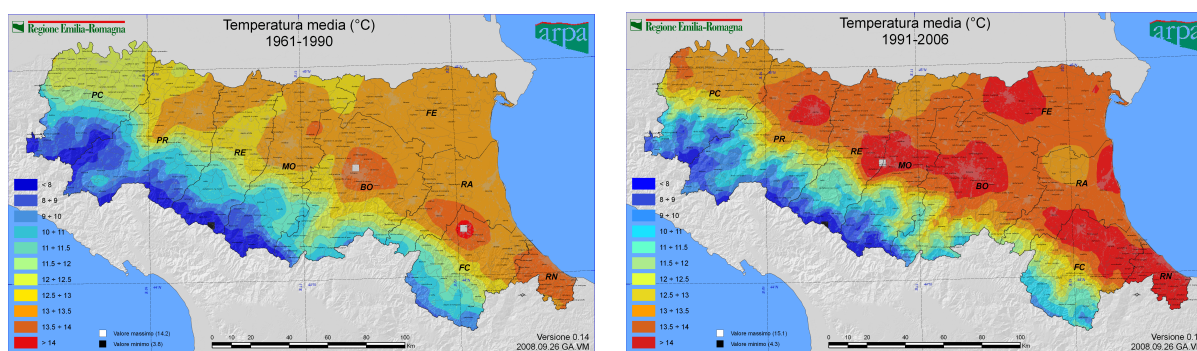


Fig. 5 Temperature medie per bacino: 1961-90 e 1991-2006 (Dati ARPA)

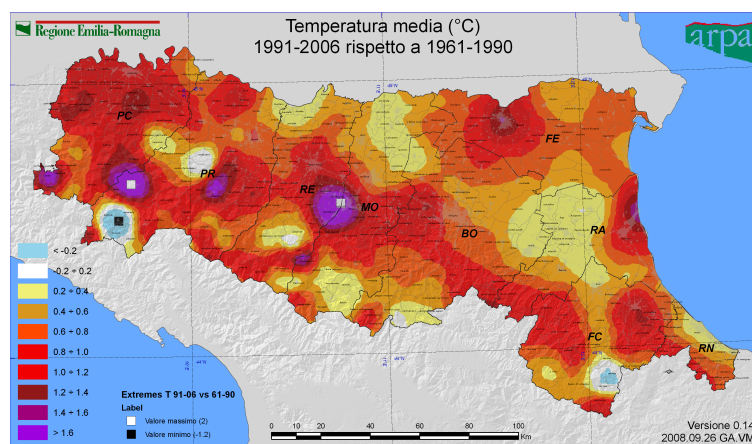


Fig. 6 Temperature medie per bacino: confronto tra i due periodi (Dati ARPA)

L'area montana è caratterizzata da un clima temperato fresco. Con l'aumentare della quota si ha una progressiva diminuzione della temperatura e dell'umidità, mentre si osserva un incremento graduale della nuvolosità, della ventosità, delle precipitazioni piovose e nevose, delle gelate notturne, della durata della copertura nevosa. Il mese più caldo è luglio, quello più freddo gennaio. L'area di pianura è caratterizzata da un clima di tipo subcontinentale. Le estati sono molto calde e afose, gli inverni rigidi e nebbiosi. Le precipitazioni sono scarse, le attività temporalesche sono prevalentemente estive. Anche in questo caso il mese più freddo è gennaio, quello più caldo è luglio; a Bologna per esempio la temperatura media di gennaio è di 1,5°, quella di luglio 24°. La primavera è più fresca dell'autunno. La fine dell'autunno e l'inverno sono caratterizzati da banchi di nebbie persistenti. Le recenti elaborazioni di ARPA evidenziano, anche per il territorio in esame,

una netta tendenza a periodi più caldi (vedi fig. da 3 a 6) Il territorio del bacino del Reno presenta oggi una sostanziale omogeneità morfologica, e rappresenta bene, dalla pianura passando attraverso il confine metropolitano della città di Bologna fino al confine regionale con la Toscana, il paesaggio tipico dell'Appennino, caratterizzato da equilibrate alternanze di terreni coltivati, di zone forestali e di ambiti fluviali, a tratti interrotto da emergenze geologiche di particolare valore (i Gessi Bolognesi, i Calanchi, il Contrafforte Pliocenico). L'ambiente collinare, che le attività umane hanno nei secoli modellato in un mosaico di campi coltivati, pascoli, arbusteti e boschi è solcato da valli perpendicolari alla catena principale che corre da nord ovest a sud est e fa da confine, a sud, con la Regione Toscana.



Pianta del territorio di Vergato. Affresco topografico. Roma, Palazzi Vaticani; c. Lanti.

Fig. 6bis Pianta storica del territorio di Vergato (Affresco, Palazzi Vaticani, Roma)

La montagna occupa circa il 20% del bacino ed i rilievi sono mediamente modesti, con le quote maggiori concentrate nella porzione sud-occidentale, soprattutto a ovest del Reno. Le aree superiori ai 1200 m occupano circa il 4% del territorio montano provinciale con la vetta più elevata della provincia bolognese che è il Corno alle Scale (1945 m). Nel vasto sistema collinare spiccano due dorsali trasversali alle valli principali: il "contrafforte pliocenico" e la "vena del gesso". Il contrafforte pliocenico è disposto tra le valli del Reno, del Savena, dello Zena e dell'Idice e raggiunge col Monte Adone di 655 m. di quota la sua massima elevazione. I fiumi che maggiormente interessano il territorio di cui hanno modellato le vallate principali sono, oltre al Reno, il Samoggia, il Setta, il Savena, l'Idice, il Sillaro e il Santerno.



Contrafforte pliocenico da M. Adone verso il Reno (sn) ; Monte Vigo e Monte Vigese, banconi arenacei e dissesto sottostante (frana di Vimignano)

Il modello insediativo che contraddistingue l'area dell'Appennino Bolognese si differenzia significativamente da quello che caratterizza il resto della Provincia. Nella zona collinare, pedemontana e montana risiede infatti soltanto il 14 % della popolazione: il carattere diffuso di questo modello insediativo configura un paesaggio caratteristico: in questa zona si concentra la quasi totalità delle aree boschive presenti sul territorio e i centri abitati spesso sono di antico insediamento pertanto fortemente radicati. La permanenza di sistemi, assetti e infrastrutture storiche contraddistingue il paesaggio della montagna, caratterizzato, oltre che da una morfologia fisica particolare, anche da un sistema insediativo costituito prevalentemente da borghi, più che da insediamenti puntuali e da una viabilità principale soprattutto di fondovalle e di crinale. Per ciò che riguarda le dinamiche insediative, come altre zone rurali della Provincia, anche quella appenninica ha visto nell'ultimo decennio un incremento della popolazione residente, come conseguenza del fenomeno di dispersione insediativa, che vede percentuali consistenti di abitanti dei maggiori centri urbani stabilirsi nelle cinture perturbane che circondano quei centri e nelle zone rurali. La presenza della linea ferroviaria Bologna-Pistoia ha indubbiamente contribuito a facilitare lo spostamento dei residenti lungo l'asse montano e collinare del fondovalle del Reno.



Camugnano, loc. Burzanella (argille scagliose); Sasso M., loc. Prati di Mugnano (marne e sabbie)

A fronte di un aumento della popolazione provinciale e di una diminuzione di quella residente nel capoluogo, infatti, si registra in generale un incremento di abitanti sull'intero territorio urbanizzato e anche nei centri urbani dei comuni appenninici, incremento caratterizzato frequentemente dal recupero del patrimonio edilizio esistente e dall'espansione di aree di fondovalle, servite da viabilità e infrastrutture.

“Il profilo sociodemografico dei nuovi residenti si differenzia a seconda delle zone di insediamento. In linea generale si può affermare che nella fascia montana è significativa la quota di persone anziane in nuclei familiari monopersonali, mentre nella fascia collinare e pedemontana è preferita, in termini relativi, dai ceti superiori imprenditoriali e dirigenziali, spesso alla ricerca di una qualità abitativa che la città di Bologna non sempre può offrire. Rimane tuttavia da valutare il legame della popolazione con il territorio che offre una dotazione infrastrutturale e di servizi spesso inferiore a quella di cui il capoluogo o alcune zone di pianura dispongono”
(WWW.provincia.bo.it)

Il territorio urbanizzato mostra un andamento in crescita con un maggiore incremento fra il 1980 e il 1993, anni in cui si è più che raddoppiata la superficie di aree urbanizzate di fondovalle. Il turismo ha assunto una notevole importanza: l'ambiente naturale e il paesaggio costruito si uniscono formando un'attrattiva naturale e storica di grande valore. Le presenze turistiche sono distribuite nell'arco di tutto l'anno, anche se nei mesi di luglio e agosto si registra un picco, soprattutto grazie alla diffusione di seconde case. L'offerta turistica dell'area appenninica è varia e, se si esclude il fenomeno delle “seconde case”, si registra, una discreta presenza in strutture alberghiere, agriturismi e affittacamere/bed & breakfast.



Il Reno a Vergato (paese) e a Marzabotto (territorio)

Nell'ambito del territorio del bacino del Reno dai dati dell'ultimo censimento emerge che le coltivazioni più diffuse sono i seminativi, con una quota della SAU pari al 77,7%; seguono le coltivazioni legnose agrarie con il 13,8%, i prati permanenti e pascoli con il 7,6% e i castagneti da frutto con il rimanente 1% circa. Il fattore altimetrico, che incide pesantemente sulle strutture agrarie, agisce anche sulle ripartizioni delle superfici investite. Nella zona di pianura infatti esiste un'agricoltura molto avanzata con la superficie destinata per il 38% (della SAU) a cereali, per il 25% a colture industriali, per il 14% a foraggiere e per il 12% in fruttiferi. Le aree di montagna si caratterizzano, invece, per la forte presenza delle foraggiere, che coprono il 78% della SAU, e dei cereali che rappresentano il 14%. In collina, oltre alle foraggiere (50% della SAU) e alle colture industriali (27%), sono presenti anche i fruttiferi (6%), la vite (6%) e, con scarso rilievo, anche le ortive. Le aziende ricadenti in aree pedecollinari si possono classificare in due grandi categorie:

- a) quelle di piccole dimensioni, numericamente e territorialmente prevalenti, in genere condotte da coltivatori anziani e caratterizzate da basso tasso di attività e intensità di capitali di esercizio o addirittura part-time, cioè gestite da persone in realtà impiegate in altri settori produttivi;
- b) quelle di medio-grandi dimensioni, numericamente e territorialmente marginali, riaccorpate dopo il periodo mezzadrale ed oggi condotte in economia diretta con salariati ed impiego diffuso del contoterzismo. In montagna e collina le difficili condizioni di produzione, sia per il tipo di giacitura, che per la presenza di sistemazioni idraulico-agrarie non compatibili con la moderna meccanizzazione, quali i terrazzi e i ciglioni, hanno provocato nel recente passato anche nel bacino

del Reno un esodo della popolazione agricola verso la piana e soprattutto verso gli altri comparti produttivi. Mentre il fenomeno dello spopolamento è stato negli ultimi anni compensato da un certo interesse al recupero delle case coloniche per uso abitativo civile, non ugualmente si può dire a livello dei terreni agrari, dato che la SAU appare in costante diminuzione e molti impianti arborei (soprattutto vigne e frutteti) sono insufficientemente coltivati o abbandonati. Qualche segnale di vitalità, inteso come nuovi investimenti fondiari sia sui terreni che sui fabbricati, si inizia ad intravedere grazie ad alcuni specifici elementi e più precisamente:

- la diffusione dell'agriturismo;
- la diffusione delle tecniche di produzione biologiche o ecocompatibili;
- la valorizzazione delle produzioni tipiche con l'uso di marchi;
- i finanziamenti al sistema delle aree protette.

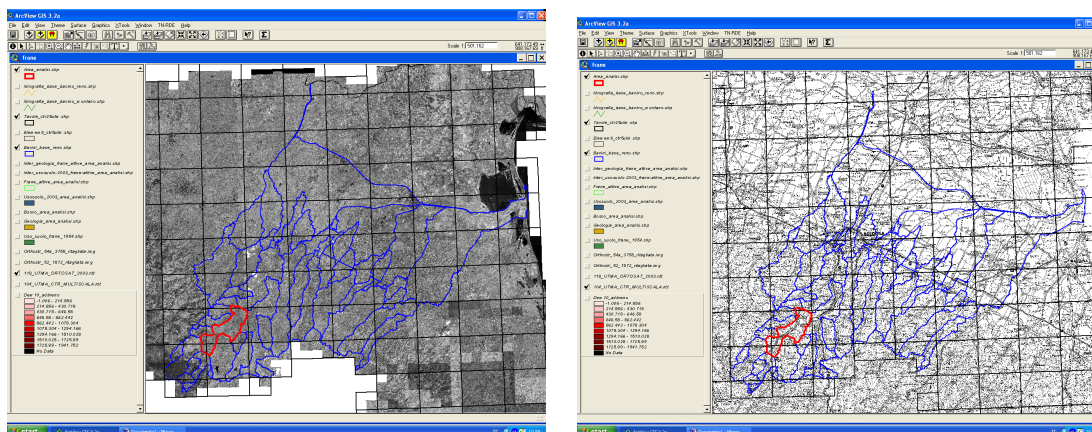
Le specie coltivate sono cereali primaverili estivi (mais) in pianura, autunno-vernini (grano e orzo) in collina, oleaginose a semina primaverile (girasole e colza), a seconda dell'ordinamento colturale aziendale, delle tecniche di difesa, di lavorazione e agronomiche. Ultimamente, un grosso ruolo nella scelta delle coltivazioni e degli indirizzi aziendali hanno avuto i regolamenti comunitari per l'integrazione al reddito, con premi diversi a seconda della coltura attuata. Le tecniche di coltivazione ecocompatibile sono, a livello di colture tradizionali, in aumento; questo forse grazie agli incentivi messi a disposizione dalla Comunità Europea che hanno erogato finanziamenti per la tutela ed il miglioramento ambientale, cercando una sensibilizzazione dell'operatore agricolo al rispetto della natura e del territorio.



Rio Roncorozzo (Camugnano): seminativi, ex-pascoli e bosco

2.2 Ambiente e territorio di indagine

L'area di analisi specifica riguarda una porzione di bacino del Fiume Reno compresa tra le località di fondovalle di Vergato (a nord) e Silla (a sud) e lo spartiacque di chiusura di bacino della prima linea di crinale, che si sviluppa a quote che soltanto in alcuni punti superano gli 800 metri e si mantengono ad una quota media di circa 650 m s.l.m. La chiusura di bacino inferiore, a Vergato, è posizionata a circa 200 metri di quota, e quella di Silla (a monte) è a 350 metri. La lunghezza di alveo presa in considerazione si aggira sui 15 km, con pendenze lievi, attorno al 3-5% e la superficie complessiva dell'area analizzata è di circa 85 km quadrati.



Figg. 9 e 10

Nelle figure 9, 10 ed 11 sono riportati la cartografia topografica (C.T.R. regionale) del bacino ed una immagine satellitare, con ubicazione dell'area di studio

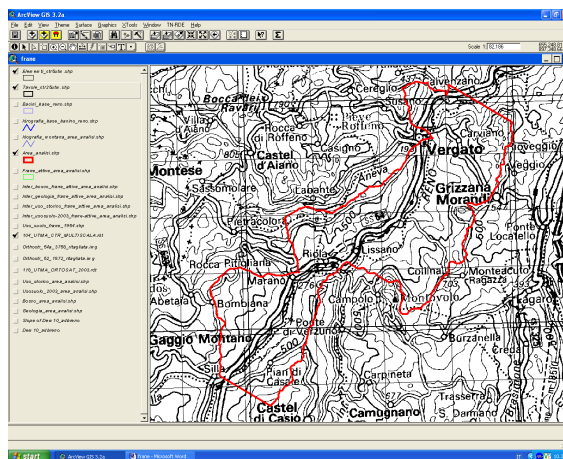


Fig. 11 Localizzazione dell'area di indagine su C.T.R. alla scala 1:25000

La morfologia dei versanti è in genere omogenea, con pendenze dolci (a cui corrispondono campi) in relazione alla matrice argillosa ed appare più aspra ed incisa (e boscata) quando alle argille si sostituiscono banchi marnoso arenacei (Monte Pero, Montovolo, Monte Vigese, Rupe di Calvenzano). Numerosi torrenti e rii minori incidono i versanti in genere secondo direttrici perpendicolari a quella del corso d'acqua principale, con regimi idrici tipicamente torrentizi e prolungati periodi estivi di siccità.



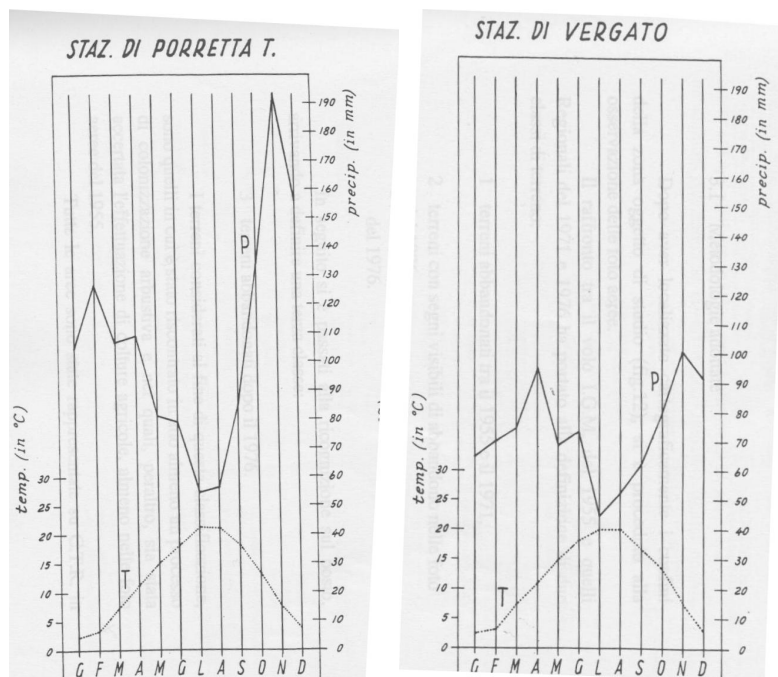
L'area vista da nord, con il Corno alle Scale sullo sfondo e da ovest, con il bacino del torrente Camperolo in primo piano e sullo sfondo la valle del Reno e del Torrente Aneva



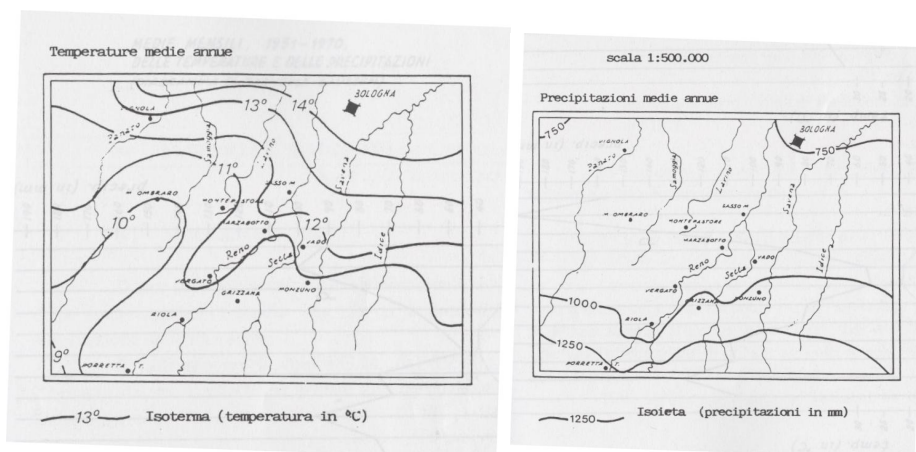
Parte nord dell'area di indagine vista dalla cima di Montovolo, Vergato sullo sfondo

Tra questi, alcuni come il torrente Camperolo, il Marano, il Rio Grande, i torrenti Aneva e Vergatello, sono stati oggetto di storiche ed intense attività di sistemazione idraulico-forestale, nel corso della prima metà del '900, a testimonianza di un passato assai tormentato dal punto di vista idrogeologico, soprattutto a difesa di abitati storici come Grizzana Morandi, Campolo, Vimignano, Gaggio Montano, Castelnuovo, con ripercussioni su tutto il fondovalle. In generale, come evidenziato dalle carte tematiche prese in considerazione, le direttrici di contatto tra argille (impermeabili) e sovrastanti banchi di arenarie (permeabili) risultano tra le aree a maggiore problematicità idrogeologica. Per quanto riguarda la media valle del Reno, oggetto della presente ricerca, l'analisi del clima fa riferimento ai dati termopluviometrici rilevati dal Servizio

Idrografico nelle stazioni Monzuno, Monte Ombraro, Porretta Terme, Bologna nel periodo 1921 - 1950. Inoltre sono stati presi in considerazione i dati pluviometrici della stazione di Sasso Marconi relativi al trentennio 1921-1950, i dati termopluviometrici della stazione di Vergato relativi al periodo 1951 - 1971 .



Diagrammi climatici delle stazioni di Porretta T. e Vergato



Elaborazione dati isoterme ed isoiete dell'area in esame

Da tali dati risulta che il clima dell'area è caratterizzato da una temperatura media annua di circa 12 °C e da una escursione termica media annua di 19-20 °C. L'escursione termica è maggiore nei fondovalle che non sui rilievi a causa di frequenti inversioni termiche invernali. Le precipitazioni medie annue ammontano a 900-1000 mm e i giorni di pioggia in un anno sono circa 90-95 di cui 15 giorni nel periodo estivo. Secondo la carta bioclimatica d'Italia di Tomaselli, Balduzzi e Filipello (1972) il clima risulta temperato con un regime pluviometrico a minimo estivo caratterizzato da un periodo estivo di subaridità o anche aridità di breve durata. I caratteri climatici sono infatti in prevalenza influenzati dalla vicinanza alla pianura Padana, con elementi del clima appenninico e limitate influenze dell'Alto Adriatico. Le precipitazioni medie annue raggiungono una consistenza di 831 mm per la stazione di San Luca (1922/2004) e di 871 mm per la stazione di Sasso Marconi (1923/04). In base alla classificazione fito-climatica del

Pavari, ripresa dal De Philippis (De Philippis 1937) tutta l'area rientra nel Castanetum sotto-zona calda. La carta fito-climatica dell'Emilia-Romagna (Ubaldi D. et al. 1996) include l'area collinare della zona centro emiliana nella fascia sub-mediterranea calda. Il territorio di analisi, in particolare, è compreso tra le isoterme che definiscono la temperatura media annua in 10 e 11 gradi centigradi. Per quanto riguarda le precipitazioni si riscontra un andamento decrescente da Sud verso nord (monte-valle). Le isoiete relative alle precipitazioni medie annue attraversano l'area in direzione est-ovest: quella corrispondente a 1250 mm/anno passa poco a nord di Porretta Terme; quella corrispondente a 1000 mm/anno attraversa l'abitato di Riola (1012 mm/anno, media 1921-1970). A livello climatico regionale, secondo la carta bioclimatica della Regione mediterranea (Unesco-Fao, 1962), il clima può qualificarsi sub mediterraneo con un inizio di tendenza verso il clima axerico freddo. L'esposizione prevalente dell'area risulta determinata dall'andamento sud nord dell'alveo fluviale; la destra idrografica, esposta verso NE, più fredda e umida, è oggetto di un consistente abbandono ed è avviata ad una pressoché generale ricostituzione del bosco; la sinistra idrografica, esposta a SE è interessata da un microclima più mite e risulta più fruita ed antropizzata, con un costante recupero del patrimonio edilizio. La struttura geologica dell'area di studio, per quanto riguarda il fondovalle, è caratterizzata da depositi alluvionali terrazzati, riconoscibili dalla presenza di scarpate di piccola entità e costituiti prevalentemente da ghiaia e sabbia, con diminuzione graduale della granulometria verso valle e in senso trasversale alla stessa. Lo strato superiore presenta depositi limosi. La carta geologica individua terrazzi in evoluzione su cui agiscono ancora i fenomeni d'erosione-deposizione, e terrazzi più alti rispetto al corso d'acqua. Il terrazzo è tagliato trasversalmente in corrispondenza dei rii che confluiscono in Reno dai conoidi intra-vallivi. Ampi tratti di terrazzo, interessati in passato da attività estrattive sono classificati quali aree di cava inattive. Le caratteristiche litologiche del terrazzo sono influenzate dall'appartenenza dell'area alla regione del corso medio del bacino idrografico e dalla natura geologica del tratto superiore di bacino rispetto all'area considerata. I versanti sono caratterizzati in minima parte da frammenti di flysch costituito da arenarie argilloso-calcaree e da vaste distese di argille scagliose. Nelle immagini da 11 a 15 sono evidenziate le elaborazioni su GIS che hanno permesso di caricare le diverse carte tematiche disponibili: carta forestale (fig. 11), carta geologica (fig. 12), carta dell'uso reale del suolo 2003 (fig.13), carta dell'uso storico del suolo (fig. 14), carta del dissesto idrogeologico regionale (fig. 15), carta della vegetazione delle aree protette (fig. 16)

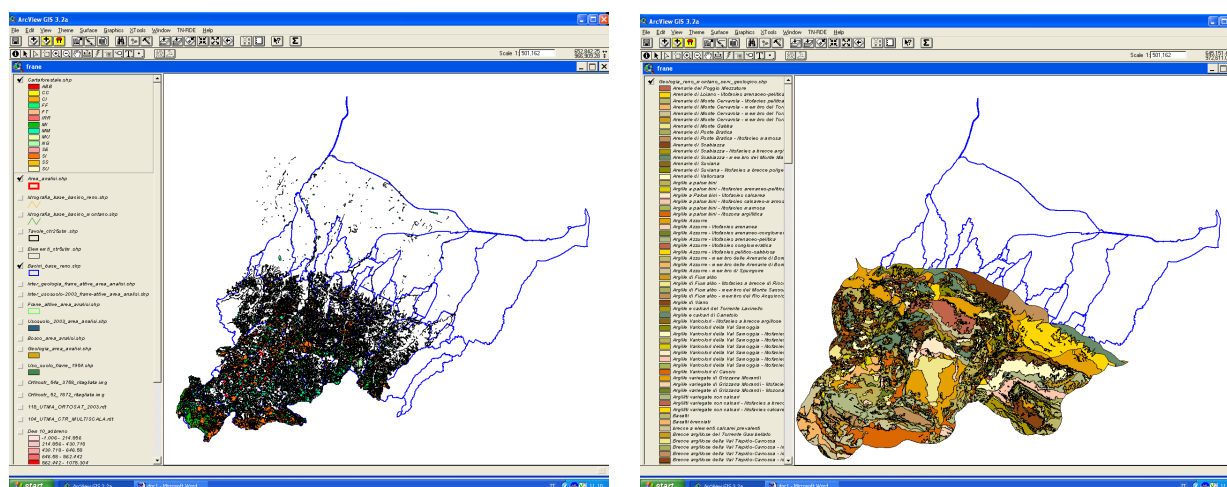


Fig. 11 (sn) Bacino e cartografia forestale della Provincia di Bologna
Fig. 12 (dx) Bacino e cartografia geologica (parte montana) della Regione Emilia-Romagna

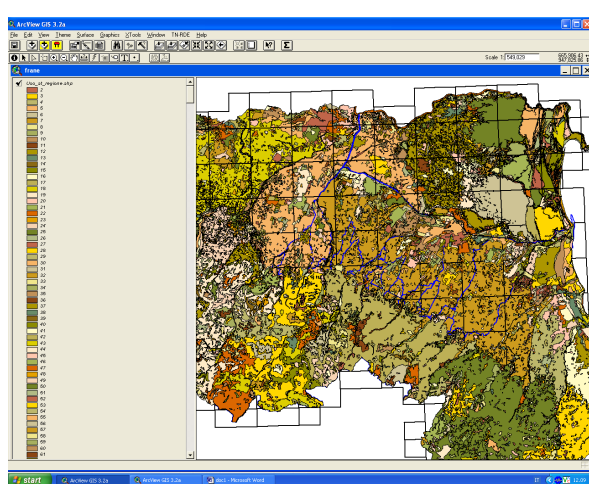
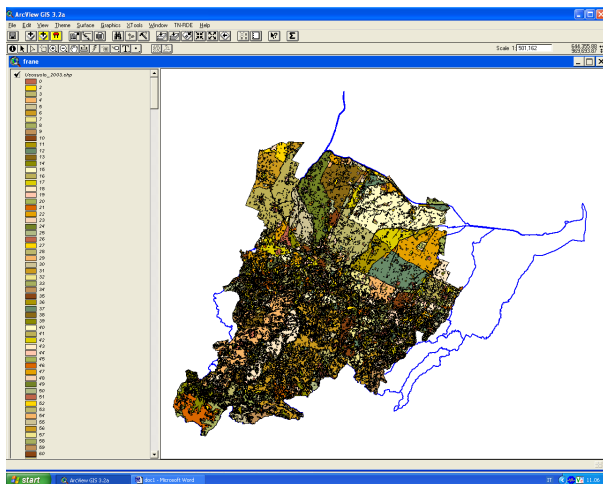


Fig. 13 (sn) Bacino e cartografia dell'uso reale del suolo 2003 della Regione E-R (Prov. di Bologna)
Fig. 14 (dx) Bacino e cartografia dell'uso storico del suolo 1880 della Regione Emilia-Romagna

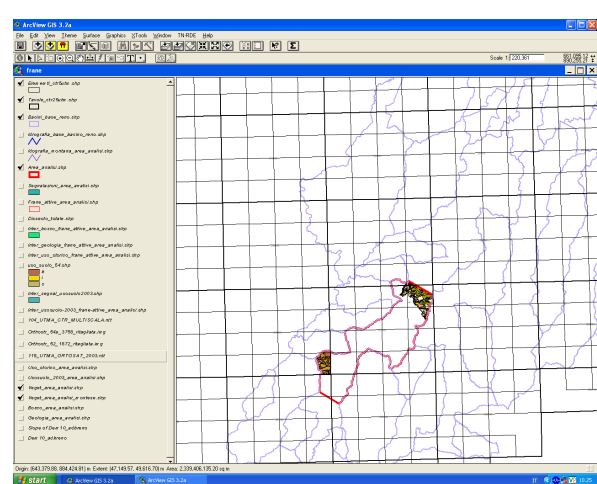
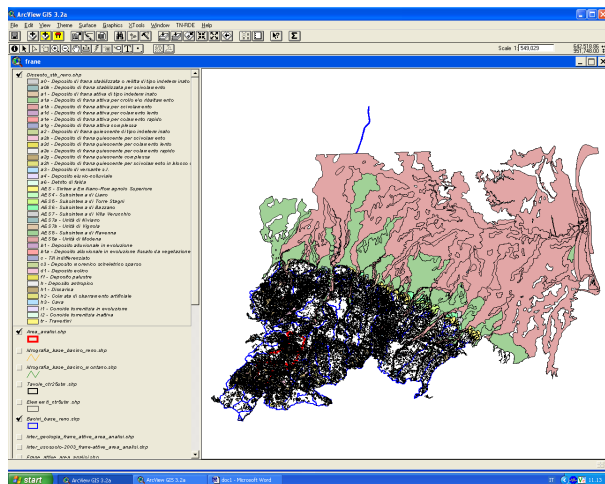
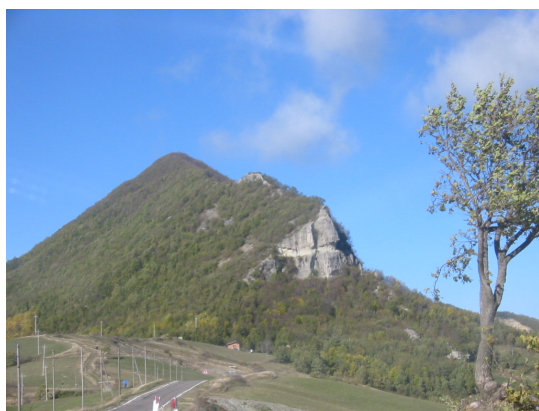


Fig. 15 (sn) Bacino e cartografia del dissesto idrogeologico della Regione Emilia-Romagna
Fig. 16 (dx) Territorio di analisi coperto da carta della vegetazione del 2004 (M. Sole e Montese)



Il complesso arenaceo di Monte Vigese; versanti argillosi instabili a Castel di Casio

La caratteristica principale delle formazioni argillose è l'impermeabilità che provoca un elevato deflusso superficiale delle acque meteoriche e conseguenti profondi fenomeni erosivi, responsabili della notevole quantità di materiale litoide trasportato a tratti dal Fiume Reno, soprattutto in passato.

La geomorfologia del territorio in esame é influenzata da processi erosivi che risultano i principali agenti di modellamento del paesaggio. L'erosione si manifesta in maniera differenziata secondo le caratteristiche litologiche dei terreni; nei litotipi a prevalente componente arenacea predominano processi erosivi idrici, mentre in quelli a composizione marnoso - argillosa predominano i movimenti di massa. Tra le formazioni argillose più rappresentate ritroviamo diversi tipi: la formazione delle Argille a Palombini la Formazione delle Argille Variegate, appartenenti all'unità strutturale più alta (Liguridi) della catena Nord- Appenninica. Negli strati superficiali si ritrovano materiali a componente argillosa fortemente alterati e rimescolati.



Calanchi e abbandono dei coltivi a Monte Sole (Marzabotto) e a Camugnano (Limentra)

I versanti del medio Reno risultano fortemente tettonizzati con passaggi stratigrafici incerti. Vicino alle basi dei versanti possiamo trovare in affioramento le Argilliti di Masinara formate da “argilliti fissili varicolori, totalmente silicizzate di colore grigio-bluastro, verde e più raramente rossastro, con sottili intercalazioni di calcilutiti grigiastre con patine di alterazione nere, e areniti fini grigie caratterizzate da diagenesi molto spinta e grado di deformazione molto elevato” (Cretaceo). Ampiamente diffuse risultano anche le Argille a Palombini della Val Scoltenna formate da “argille grigio scure o nerastre con intercalazioni di strati torbiditici da medi a spessi costituiti da calcilutiti grigie, talora a base calcarenitica ed intercalazioni di strati sottili di arenarie fini e medie grigio scuro, bruno se alterate. La formazione si presenta sempre intensamente deformata”. L'età è compresa fra il Cretaceo inf. e il Cenomaniano. Per quanto riguarda le formazioni marnose troviamo la Formazione di Antognola rappresentata in quest'area dal Membro delle Marne selciose e dal Membro delle Arenarie di Anconella; si tratta di “unità litologicamente eterogenea prevalentemente costituita da marne e marne argillose grigie o grigio-verdi, a luoghi siltose, con patine nerastre e brune, a stratificazione generalmente mal definita, a volte evidenziata da sottili intervalli arenacei a grana fine”. L'età è compresa fra l'Aquitano e il Burdigaliano inf. La Formazione di Bismantova, più precisamente il Membro della Pietra di Bismantova è costituita da “areniti prevalentemente medie, talora grossolane, a cemento calcareo e con frequenti bioclasti, di colore grigio, giallo per alterazione organizzate in grossi banchi decametrici alternate ad arenarie fini bioturbate di spessore minore”. Età Burdigaliano sup.



Bosco e campi: sullo sfondo Montovolo e M. Vigese (sn); bacino del torrente Silla (dx): la variazione di pendenza e di uso del suolo è netta nel cambio tra litologia argillosa e arenacea

In riferimento alla Carta regionale dei suoli, ai dati rilevati dal Parco Regionale di Monte Sole, in parte ricadente nella porzione nord dell'area, e ai rilievi pedologici speditivi svolti nella fase di campagna, la matrice pedologica si articola in:

Suoli bruni lisciviati e suoli bruni non calcarei: sono ripidi (pendenze 35-60%), profondi (circa 100 cm) e si sono formati su arenarie o su detrito arenaceo delle Formazioni del Gruppo di Bismantova. Sono caratterizzati da tessitura media, sono generalmente privi di scheletro; non calcarei o talvolta scarsamente calcarei nella parte inferiore del profilo; la reazione è neutra e tende a divenire debolmente alcalina in profondità. Si rilevano nelle situazioni di versante che sono state meno interessate dall'erosione regressiva. L'uso del suolo è prevalentemente forestale.

Regosuoli: sono molto ripidi (pendenze > 45%); moderatamente profondi (tra 50-100 cm) e si sono formati sulle arenarie delle Formazioni del Gruppo Bismantova. Sono caratterizzati da tessitura media e sono scheletrici; molto calcarei; con reazione da moderatamente a fortemente alcalina. Si rilevano nelle posizioni interessate da fenomeni erosivi e talvolta sono associati ai suoli bruni lisciviati e suoli bruni non calcarei; sono presenti soprattutto nelle esposizioni calde dei versanti. L'uso del suolo è sia agricolo che forestale.

Litosuoli: sono molto ripidi (pendenze > 45%) , superficiali in quanto presentano un contatto litico entro i 50 cm di profondità; si sono formati sulle arenarie e sulle marne del Bismantova; presentano tessitura media e sono molto calcarei. Caratterizzano le situazioni interessate da forti fenomeni erosivi e sono associati nel paesaggio ad affioramenti rocciosi. L'uso del suolo è prevalentemente forestale e tali boschi sono a prevalente funzione di protezione idrogeologica.

Suoli bruni acidi e regosuoli acidi: sono molto ripidi (pendenza > 45%), profondi (circa 100 cm) e si sono formati sulle arenarie della Formazione di Loiano; presentano tessitura grossolana; sono non calcarei, fortemente acidi in superficie e in profondità tendono a essere debolmente acidi. Si rilevano comunemente nei versanti, lunghi, rettilinei e boscati caratterizzati dalla Formazione delle Arenarie di Loiano. L'uso del suolo è prevalentemente forestale e i boschi sono a dominanza di castagno.

Suoli argillosi Questi suoli sono ondulati o moderatamente ripidi, con pendenza che varia tipicamente da 8 a 20%; molto profondi, su materiale di origine franosa a prevalente granulometria argillosa e limosa; a moderata disponibilità di ossigeno. Tipicamente sono da scarsamente a moderatamente calcarei, moderatamente alcalini. Hanno orizzonti superficiali, spessi circa 40 cm, a tessitura tra franca argillosa e franca argillosa limosa; gli orizzonti profondi, spessi da 50 a 100 cm, a tessitura tra franca argillosa e franca argillosa limosa, scarsamente ciottolosi. Questi suoli rientrano nei Calcaric Cambisols, secondo la Legenda FAO ; nei fine, mixed, mesic Aquic Eutrochrepts, secondo la Soil Taxonomy. L'uso attuale dei suoli è prevalentemente a seminativi e prati poliennali.



Seminativi, siepi e prati a Pietracolora (Gaggio Montano)

La vegetazione risente direttamente delle caratteristiche pedologiche dei versanti: secondo Ubaldi “la vegetazione del territorio è per la maggior parte calcicola e più generalmente basofila” (Ubaldi, 1978) e i tipi di vegetazione, per l’area di Vergato risultano:

- boschi a *Quercus pubescens*
- praterie a *Brachypodium pinnatum* più o meno arbustate
- boschi misti a *Ostrya carpinifolia*
- boschi a *Castanea sativa*
- cespuglieti a *Erica arborea* e praterie a *Holcus lanatus*
- praterie a *Dactylis glomerata* ed *Agropyron repens*
- aggruppamenti ad *Helichrysum italicum*
- aggruppamenti delle praterie calanchive
- aggruppamenti alveali e delle depressioni umide
- aggruppamenti erbacei igro-nitrofili
-

La vegetazione si differenzia anche rispetto all’esposizione ed all’orografia dei versanti: dalle formazioni ripariali dei terrazzi fluviali, tipicamente azonali, con presenza diffusa di specie igrofile (pioppi, ontani, salici arborei ed arbustivi), salendo lungo i versanti, ritroviamo boschi di querce e frassini (roverella, cerro, orniello) nelle esposizioni calde, con presenza sporadica del leccio, dell’agrifoglio e dell’erica lungo le falesie soleggiate prossime ai banconi arenacei (Montovolo, Monte Pero, Rupe di Calvenzano). Boschi di carpino, nocciolo con frequente presenza di acero campestre, acero riccio, ciavardello, sono tipici delle esposizioni più fresche e ombreggiate, con frequenti inclusioni del castagno, diffuso artificialmente sui substrati arenacei e sabbiosi prossimi agli insediamenti storici. Il castagneto in abbandono sta favorendo un graduale reinsediamento di formazioni miste di latifoglie autoctone di notevole pregio naturalistico. Sporadici e limitati nuclei di rimboschimenti artificiali di conifere alloctone e talvolta esotiche (appartenenti ai generi *Cupressus*, *Pinus*, *Picea*, *Cedrus*, *Pseudotsuga*) sono presenti sia sui versanti argillosi che su quelli arenacei e spesso affiancano impianti più recenti di arboricoltura da legno (pioppo, noce, ciliegio, frassino) realizzati su ex-seminativi con contributi pubblici. Il bosco di latifoglie è quasi esclusivamente governato a ceduo matricinato o semplice, e quasi ovunque (fanno eccezione le aree servite da strade oggetto di utilizzazione nell’ultimo decennio) è abbandonato ed in fase di progressivo invecchiamento, con età che variano dai 20 ai 40 anni a seconda della lontananza dai nuclei abitati e dai poderi. Alcuni sporadici avviamenti all’alto fusto, in querceti e castagneti di buona fertilità, sono stati realizzati nell’ultimo decennio, grazie a contributi pubblici (Regolamenti comunitari e finanziamenti regionali). In sintesi, i boschi della fascia collinare-submontana comprendono, relativamente al territorio considerato, i boschi presenti dalle quote più basse fino a circa 800-900 m, e, a seconda dell’esposizione sui versanti, sono composti principalmente da

querceto misto, cerreta, ostrieto e castagneto. Secondo la classificazione di Ubaldi (Ubaldi, op.cit.) queste cinque tipologie sono riconducibili ad un'unica associazione, ovvero quella dell' *Aceri-Quercetum* di cui rappresenterebbero delle semplici varianti.



Bosco misto e castagneti in abbandono a Campolo (Grizzana M.)

La fisionomia del querceto misto si riscontra tipicamente su suoli marnoso-arenacei ed è composta principalmente da cerri, roverelle (*Quercus Pubescens* e *Quercus Cerris*), e carpino nero (*Ostrya Carpinifolia*), e secondariamente da aceri, orniello, sorbi e maggiociondolo. Il cerreto, invece, vegeta tipicamente su suoli argillosi dove il *Quercus Cerris* si adatta facilmente a volte accompagnato da *Ostrya Carpinifolia*. Il Castagneto non è altro che una modificazione antropica della fisionomia a querceto misto molto frequente nella fascia collinare e submontana specialmente nei versanti settentrionali e in corrispondenza di terreni sciolti e sub-acidi. I due principali tipi di vegetazione (popolamenti di roverella e di cerro, caratteristici dell'orizzonte submediterraneo, nelle esposizioni calde e popolamenti misti ricchi di carpino nero, tipici dell'orizzonte submontano, lungo le esposizioni fresche) si alternano e si intrecciano in modo complesso: il versante del fiume Reno ha esposizione principalmente nord-ovest e quello della valle del Setta e del Samoggia ha esposizione sud-est; i numerosi fossi, rii e torrenti che separano i versanti principali danno luogo a esposizioni diverse.



Rimboschimento adulto di pino nero(sn) e faggeta in conversione (dx); Porretta T.

Il fattore altitudinale ha un'influenza minima o trascurabile poiché vi è poca differenza tra la quota media e quella massima del territorio. La vegetazione riparia, essendo tipicamente azonale, è condizionata principalmente dal livello medio dell'acqua e dall'altezza della falda freatica e solo parzialmente dai fattori climatici che forniscono un inquadramento generale dell'area, ma non altrettante indicazioni sul clima particolare delle ripe. La presenza dell'acqua, unita ad una quasi costante ventilazione lungo la vallata, ha sicuramente un effetto mitigante degli estremi termici. Il corso del Reno con direzione da Sud a Nord ed i rilievi più alti ad est, permettono una lunga

esposizione dell'area fluviale fino al tramonto. Questi elementi accentuano le caratteristiche di mediterraneità della zona, riscontrabili nella presenza di specie termofile caratteristiche come agazzino, pungitopo, asparago, leccio diffusi a macchie nella prateria xerofila arborata. La fauna, dopo la temporanea scomparsa degli ungulati autoctoni (capriolo, cervo e cinghiale) che risale a circa due secoli fa, grazie al progressivo abbandono del territorio ed al vario mosaico di habitat, ospita numerose specie di avifauna, erpetofauna, e piccoli mammiferi. In questi ultimi anni anche gli ungulati (alcuni reintrodotti artificialmente, usando razze non autoctone, come il cinghiale) stanno ripopolando il territorio e talvolta creano problemi di scarsa compatibilità con le attività antropiche. Lo stato di semi-abbandono di vasti versanti ha indubbiamente favorito un recupero spontaneo e graduale alla naturalità espresso anche da un arricchimento di presenze faunistiche estremamente significative. E' documentata la presenza localizzata e con densità diverse di: cinghiale e capriolo (significativa), cervo e daino (poco significativa). Il ritorno di questi grandi mammiferi scomparsi circa alla fine del XVIII secolo si deve all'azione di reintroduzione iniziata a metà degli anni '70 in modo più o meno controllato a scopo più che altro venatorio. Il comprensorio in esame sembra rispondere bene alle esigenze delle specie suddette grazie alla presenza di ambienti diversi: aree a buona copertura arborea, arbusteti e ampi pascoli alternati tra loro, boschi che producono ghiande e castagne, scarso innevamento. Da notare la scarsità o assenza di grandi predatori come il lupo, l'aquila reale e il gufo reale; tra i predatori sono invece diffusi, tra gli altri, la volpe e la poiana, il falco.



Faggeta ripariale a Camugnano, Parco Regionale dei Laghi, area di riproduzione di anfibi protetti anche da direttive comunitarie

Il numero di specie di uccelli presenti è ampio anche se la ricchezza di specie sembra essere in relazione alla vastità del territorio e quindi dalla varietà degli ambienti presenti. Specie tipiche dei boschi maturi come il picchio verde, il picchio muratore e il rampichino sono poco frequenti e localizzati. Altre specie abbastanza rare nel resto dell'Appennino hanno trovato qui ambienti adatti alle loro esigenze ecologiche; per esempio la sterpazzolina, piccolo uccello insettivoro tipico della macchia mediterranea, o il liù bianco specie poco comune degli ambienti termofili della media ed alta montagna. I rapaci diurni sono presenti rispecchiando la situazione generale degli Appennini. Il più comune è la poiana, mentre lo sparviero e il gheppio sono rari a causa forse dell'attività venatoria. Di rilievo la presenza del falco pecchiaiolo, del falco pellegrino e del Lanario, che nidificano nella limitrofa zona del Contrafforte Pliocenico e sulla rupe di Calvenzano. Il fattore fondamentale da considerare per la componente faunistica è la differenziazione ambientale cioè l'elevata diversità biologica. Inoltre non va sottovalutato il problema generato dagli squilibri degli ecosistemi che a livello faunistico rendono alcune specie difficilmente controllabili da un punto di vista quantitativo per la mancanza di una adeguata catena alimentare. Il carico eccessivo sul

territorio di ungulati (cinghiale, capriolo, cervo, ecc.) anche in presenza di piani di gestione faunistico-venatori, può contribuire all'innescio di seri rischi sull'assetto agro-zootecnico dei versanti, in alcuni casi compromettendo anche attività di carattere selvicolturale come rimboschimenti, rinverdimenti, messa a dimora di specie arbustive per interventi di ingegneria naturalistica, ecc. Tra gli usi agricoli i seminativi sono concentrati lungo il fondo valle, mentre nelle aree più alte prevalgono i prati permanenti destinati allo sfalcio per usi zootecnici. Numerosi i poderi in abbandono, particolarmente nella fascia intermedia e nell'ambito del Parco di Monte Sole, con graduale reinsediamento spontaneo, negli ex-coltivi, di vegetazione. L'economia rurale del territorio risulta relativamente marginale e interessa principalmente il settore zootecnico (produzione di parmigiano-reggiano); il contoterzismo appare diffuso ovunque.



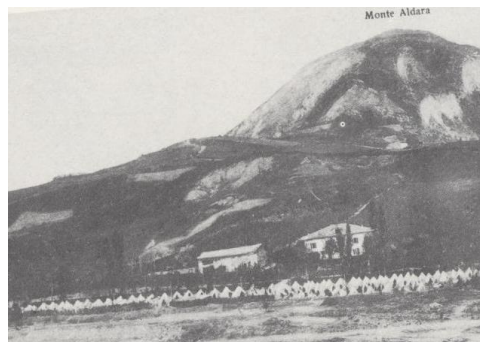
Seminativi a Rodiano (Vergato), valle di Prunarolo

In forte crescita è inoltre il settore agriturismo, anch'esso supportato da contributi pubblici. La presenza di aree protette, di nuclei storici e la graduale rinaturalizzazione del territorio stanno favorendo lo sviluppo di attività ricreative (escursionismo, turismo equestre, ciclismo, ecc.) connesse alla immediata vicinanza delle aree urbane. Osservando le caratteristiche del paesaggio ci si rende conto di come esso sia stato influenzato nel passato da un'intensa antropizzazione. Le superfici interessate da seminativi e pascoli sono ubicate in corrispondenza delle aree meno acclivi mentre le aree boscate interessano le porzioni di territorio caratterizzate da maggiori pendenze e in cui l'attività agricola è stata inattuabile in passato. Le prime testimonianze di insediamento o frequentazione dell'area del medio Reno risalgono al Neolitico (VIII millennio a.C.) e all'Eneolitico (età del rame, IV-III millennio a.C.). Reperti indicano la presenza umana nella successiva età del Bronzo (III-I millennio a.C.) e in epoca villanoviana (dal IX Secolo a. C.). Da un punto di vista storico, nel comprensorio oggetto del presente studio ritroviamo alcune tracce di insediamenti della *civiltà etrusca*, fiorente sulla sponda sinistra del Reno e del *periodo romano* che seguì quello etrusco sovrapponendosi ad esso nelle strutture insediative e nelle caratteristiche antropico-culturali. Nell'area di Sibano sono stati trovati segni di insediamenti dei periodi successivi (*IV - VI secolo*) in cui viene messa in atto una vera e propria ripresa dell'antropizzazione nella collina e nella montagna. I primi dati storici documentati riguardanti l'area risalgono agli *ultimi secoli del Medioevo*, nel periodo di decadenza del feudalesimo e di passaggio ai nuovi istituti comunali. E' proprio in questo periodo che i versanti della montagna subiscono in modo massiccio interventi di deforestazione. La intensa ruralizzazione, il fabbisogno di legna per l'impiego nelle costruzioni e nelle attività umane apporta grosse modificazioni a volte radicali del paesaggio che fino ad allora avevano lasciato comunque spazio a dense formazioni forestali per tre importanti motivi: il pascolo di ovini, caprini e suini, la caccia che costituiva un importante introito e il rifornimento di legname. Comunque si può affermare che è stato l'esasperato sfruttamento agrario del settecento e

dell'*Ottocento* a compromettere inesorabilmente il bosco. L'impulso al popolamento della parte bassa delle valli del Reno e del Setta è con ogni probabilità ricollegabile alla sua vicinanza a due importanti vie di collegamento tra l'Emilia e la Toscana, frequentate sin dall'antichità: l'itinerario della dorsale Setta-Savena, e quello della valle del Reno che da Bologna passava per Casalecchio di Reno, Sasso Marconi, Marzabotto e si articolava poi in una serie di percorsi di crinale o a mezza costa che portavano a Pistoia. Nella montagna i primi comuni rurali sorsero dalla metà del secolo XII. Tra i secoli XII e XIII la zona era comunque controllata dal Comune di Bologna tramite due magistrature: le podesterie, sostituite a metà del '300 dai vicariati (controllava l'area dell'attuale parco quello di Caprara sopra Panico), e il capitanato della montagna, con competenze di ordine pubblico e autorità morale, religiosa, civile, economica. Dal '400 questa magistratura ebbe sede a Vergato. Nel medioevo la popolazione della zona viveva essenzialmente della coltivazione dei cereali e di allevamento, in particolare ovino. Erano diffusi l'allevamento del baco da seta e delle api. Gli artigiani più comuni della montagna erano fabbri, sarti, calzolai, barbieri, edili, lavoratori in legno, fabbricanti di selle. Le manifatture erano poche e rudimentali. Un po' ovunque su queste montagne sorsero case sparse e piccoli borghi, soprattutto lungo le aree di crinale per maggiore sicurezza e salubrità. Anche per tutta l'età moderna, la fragile economia della montagna si basò sulle attività agro-forestali e su elementari lavorazioni artigianali. Colture principali erano il grano e i marzattelli (cereali e legumi), frutta e uva. Il bosco veniva sfruttato per legna, castagne, ghiande e carbone. Durante tutto l'ottocento ed i primi del novecento le attività di disboscamento, pascolo, e sfruttamento intensivo del bosco ceduo continuavano in Appennino bolognese senza interruzione e con forte intensità, creando gravi problemi di carattere idrogeologico, particolarmente diffusi su bacini montani ove a causa dell'assenza di copertura forestale dei versanti, trasporto solido e piene improvvise causano frequenti danni alle aree abitate di fondovalle. Il centro abitato di Porretta Terme fu soggetto, a cavallo dei primi anni del '900, a storiche piene del torrente Silla, con ingenti danni a cose e persone. Già in quegli anni, la Rivista L'Alpe riporta:

“la mattina del giorno 14 luglio dello scorso anno (1902) schiere di lavoratori montanini, seguite da numerose vetture vedevansi serpeggiare per la ripida ma amenissima strada di Porretta a Castelluccio dalla quale mentre s'imprimevano allo sguardo i pittoreschi scenari della vallata del Rio Maggiore se ne rilevavano una volta più le rovine maestose che giacevano in silenzio nel fondo della valle [...] Chiunque abbia attraversato la Penisola avrà potuto trovare regioni meno ricche: ma non certo plaghe di maggiore disordine geologico ed idraulico della nostra Provincia di Bologna. Da due anni ad oggi non passa mese né settimana senza che giunga la triste, sebbene non stupefacente notizia, di frane che distruggono strade, rovinano abitati e fanno eccidio di poveri montanari.....”

L'Alpe, n°3, 1903



Vergato, immagini d'epoca (ca. 1940): è visibile il disboscamento diffuso e la presenza di coltivi e dissesto, sia in destra che in sinistra idrografica del bacino

Dal dopoguerra ad oggi la situazione è radicalmente mutata, soprattutto per quanto riguarda il rapporto di interdipendenza tra l'uomo e le risorse naturali. Il tessuto socio-economico del territorio appenninico bolognese, è caratterizzato da diversi cambiamenti di tendenza rispetto alle dinamiche dei primi decenni del dopoguerra, che furono testimoni di un generale esodo della popolazione verso i centri urbani: il calo del fenomeno dell'abbandono dell'attività agro-silvo-pastorale, relativo alle aziende territorialmente marginali, grazie anche ad una politica di sostegno rurale dell'U.E., accompagnato dal graduale ripopolamento dei Comuni collinari e montani, con incremento della popolazione soprattutto nelle aree di fondovalle e conseguente espansione delle aree urbanizzate sui versanti immediatamente sovrastanti.



Vergato, gli stessi versanti, oggi; le pareti nude (paleofranchi) sui versanti soleggiati, sono colonizzate dal leccio, quercia mediterranea sempreverde, protetta in Regione

A questo fenomeno si accompagna in questi ultimi anni l'ingresso di elementi culturali e sociali nuovi, indotto dall'insediamento di nuclei familiari composti da cittadini immigrati. Altri fattori recenti da segnalare sono il recupero di nuclei abitativi sparsi ed isolati, non soltanto come seconde case ma come aree di residenza, in particolare nella fascia nord dell'area di studio, prossima alla pianura e la parallela espansione delle attività artigianali e di piccola-industria, con graduale aumento della superficie adibite ad aree produttive. Infine, la creazione e la crescita di aree protette (il Parco Regionale di Monte Sole, vari Siti di Interesse Comunitario, il Parco Provinciale di Montovolo) ed il crescente sviluppo di iniziative relative alla valorizzazione turistica ed ambientale del territorio (Progetti "Buon Appennino", "Bell'Appennino", "Museo Aperto", contributi all'agriturismo, GAL, ecc.) oggi contribuiscono a valorizzare ed incrementare uno sviluppo maggiormente "sostenibile" del territorio, anche per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici ed ambientali.



Cartelli turistici e neo-impianti di ulivo, a Sasso Marconi



Spartiacque tra Limentra e Setta, primi del '900



L'area di studio vista dalla cima di Montovolo, direttrice nord-sud; il crinale principale sullo sfondo

Capitolo 3 Materiali e metodi

3.1 Scelta dell'area di studio

La scelta dell'area di studio ha seguito criteri di rappresentatività e distribuzione qualitativa dei fenomeni oggetto di analisi, sia per quanto riguarda le caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio che per le dinamiche socio-demografiche. Inoltre, in relazione alla diffusa antropizzazione del bacino ed alla cospicua presenza di interventi realizzati nel tempo, è stato possibile analizzare un buon campione di lavori più o meno datati di sistemazione realizzati sia con metodi tradizionali che innovativi dal Servizio Tecnico Bacino Reno e dagli altri Enti che operano sul territorio (Comunità Montana, Provincia, Consorzi di Bonifica Montana, Comuni, Parchi). Inoltre nella stessa area è stato possibile ripetere i rilievi già effettuati nell'ambito di due tesi di laurea della Cattedra di Selvicoltura dell'Università di Bologna dei primi anni '90, potendo confrontare diverse dinamiche connesse all'abbandono colturale, a distanza di 15 anni.

3.2 Materiali e metodi

L'indagine si è sviluppata in diverse fasi ciascuna delle quali ha comportato l'uso di materiali, archivi e strumenti diversi.

3.2.1 Analisi del dissesto in relazione alle frane attive ed alle segnalazioni pervenute al STB Reno

3.2.1.1. La struttura del GIS

L'analisi del dissesto idrogeologico in relazione alle frane attive si è interamente sviluppata nell'ambito del sistema informativo geografico (GIS). In particolare si è lavorato con:

Per la cartografia:

ESRI ArcView 3.2a + estensioni

Ambiente implementazione base dati

Client finale

ESRI ArcGis 9.2: ArcInfo + estensioni

Per le analisi complesse (dati tabellari):

Microsoft Access per le maschere di inserimento

Microsoft Excel per le Statistiche

Per le analisi complesse (infrastruttura cartografica):

CORE Repository manager per la catalogazione dei dati cartografici

CORE Metadata manager per la compilazione dei metadati

Un particolare ed importante aspetto metodologico relativo alla raccolta ed alla elaborazione di dati spesso disponibili in diversi formati (cartacei, digitali, ecc.) riguarda gli standard con cui si effettua il popolamento del GIS, sia a livello cartografico che tabellare. A titolo esemplificativo si riporta il metodo di popolamento del database e la verifica del dato nel caso tipico di catalogazione di un intervento sul territorio effettuato dal S.T.B. Reno:

Identificazione

Id/link a risorse esterne

Localizzazione:

Bacino/Sottobacino /Sottobacino 2/Provincia/Comune/Località/Foglio/Mappale

Dati di pratica:

Numero/Data/Anno/Cartografia disponibile

Dati Tecnici:

Tipologia dell'opera/Finalità, materiali, ecc.

Verifica dell'opera:

CTR 1976/AIMA 1996/QuickBird 2003/Stato dell'opera/Note

La qualità del lavoro metodologico per il popolamento del GIS riguarda molto spesso l'origine e la gestione del dato. Nel caso della presente ricerca si è tenuto conto di:

Reperimento

Rilievi in campo/Analisi degli archivi preesistenti digitali o cartacei/Analisi dei dati di base (foto-interpretazione)

Informatizzazione e rielaborazione

Verifica della significatività/Semplicità e interrogabilità del database/Completamento del dato da fonti disponibili/Rispondenza formale al campo/Verifica della precisione semantica

Localizzazione

Incrocio con base dati catastale e CTR/Verifica ubicazione ed esistenza tramite analisi dati di base e rilievi in campagna

Collegamento

Operazioni di Joint e Link tra le varie risorse

Infine si è prestata particolare attenzione alla qualità del dato in forma cartografica, sia per l'attendibilità del risultato su GIS che per una sua validazione ed uso diverso. In particolare sono stati definiti parametri di qualità GLOBALE riferiti ad un database cartografico:

- **ESAUSTIVITA'**: valuta l'eccesso o la mancanza di informazioni ed è calcolata come la % di celle vuote in campi non opzionali sul totale;
- **ATTUALITA'**: valuta la percentuale di cambiamenti intervenuti tra la data di rilevazione e la data attuale;
- **GENEALOGIA**: verifica la presenza dell'insieme di informazioni sulle fonti e sui trattamenti dei dati.

In particolare il METADATO (Standard ISO 19115* e ISO 19139) è l'informazione che descrive un insieme di dati. Esso è caratterizzato da:

- **IDENTIFICAZIONE**: oggetto e scopo del dataset;
- **AGGIORNAMENTO**: data di creazione e cadenza dell'aggiornamento;
- **RESPONSABILI**: figure di contatto per l'acquisizione dei dati e delle informazioni su essi;
- **CONDIZIONI di TRASFERIMENTO**: diritti e modalità di distribuzione del dato;
- **STATO dei DATI**: grado di completezza del database (geografica e informativa);
- **PROVENIENZA**: responsabili della creazione e delle eventuali elaborazioni successive;
- **RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA**: sistema di rappresentazione e riferimento;
- **PROCESSAMENTO**: quali operazioni di elaborazione sono state effettuate sul dataset;
- **VALIDAZIONE e COLLAUDO**: parametri di qualità del dataset e modalità di calcolo;
- **LISTA Degli ATTRIBUTI**: descrizione esplicita dell'informazione contenuta nel dataset;
- **RIFERIMENTO dei METADATI**: standard usato per la compilazione dei metadati
- CNIPA, Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali, linee guida per lo Standard ISO 19115 geographic information – metadata, versione 0.3.

Sempre in relazione alla qualità del dato sono stati considerati i parametri di qualità LOCALE riferiti al singolo dato cartografico:

- *PRECISIONE METRICA*: valuta la differenza tra la posizione sulla cartografia e la posizione reale: SUFFICIENTE a livello di mappale catastale; BUONA centro di massa del poligono; foto-interpretato; OTTIMA rilievo GPS;
- *RISOLUZIONE*: valuta la precisione della rappresentazione;
- *INDETERMINATA*: tematismi per lo più puntuali di natura adimensionale;
- *PRECISIONE SEMANTICA*: valuta la corrispondenza tra gli attributi qualitativi dell'oggetto e la realtà: INSUFFICIENTE solo verifica formale; APPENA SUFFICIENTE verifica su dati di base, OTTIMA rilievo in campo.

La raccolta e informatizzazione dei dati (raster, vettoriali, puntuali, banche dati, ecc.) su GIS ha interessato anche la predisposizione e l'adattamento al GIS di varie carte tematiche, spesso disponibili in formati vari, ritenute particolarmente utili per l'indagine.

Il materiale cartografico e fotografico utilizzato è stato il seguente:

STRATI RASTER DA REMOTO

- Foto aeree (AIMA 1996, IT 2000, AGEA 2001, 2002) e satellitari (QuickBird 2003), CTR (1:5.000, 1:25.000, 1:250.000 e multiscala). Sorgente: Server RADEX o Repository (Servizio Sistemi Informativi Geografici);
- Estensioni per ArcView 3.2a: TN RaDex 1.3, 2.1, CORE
- DEM (**D**igital **E**levation **M**odel); rappresentazione della distribuzione delle quote di un territorio, o di un'altra superficie, in formato digitale. Il modello digitale di elevazione viene in genere prodotto in formato raster associando a ciascun pixel l'attributo relativo alla quota assoluta. Nel caso specifico si tratta di Dem a 10x10 pixel. Sorgente: Server RADEX o Repository (Servizio Sistemi Informativi Geografici)
- SLOPE of DEM 10; rilievo delle pendenze dei versanti mediante elaborazione del Dem.

STRATI RASTER IN LOCALE

- Foto aeree (IGM-GAY 1954 e volo regionale 1976) e satellitari (Quickbird 2003);
- CTR (1:5.000, 1:25.000, 1:250.000); formati: geoTIFF, .img, Arcinfo GRID. Sorgente: Server Servizio Tecnico Bacino Reno.

STRATI VETTORIALI FORMATO SHAPE

- Perimetrazione e localizzazione sotto-bacini base in bacino Reno. Sorgente: Server RADEX o Repository (Servizio Sistemi Informativi Geografici);
- Perimetrazione e localizzazione rete idrografica principale bacino Reno. Sorgente: Server RADEX o Repository (Servizio Sistemi Informativi Geografici);
- Perimetrazione e localizzazione rete idrografica secondaria bacino Reno. Sorgente: Server RADEX o Repository (Servizio Sistemi Informativi Geografici).
- Segnalazioni fenomeni franosi puntuali pervenute ad Enti pubblici nel periodo 1980-2005 (archivio Servizio Tecnico Bacino Reno)

Una volta caricati su GIS i vari strati, raster e vettoriali, è stato possibile, mediante specifiche estensioni e funzioni di Arcview (geoprocessing, query, convert, ecc.) elaborare le informazioni cartografiche, ed in particolare si è effettuato:

- analisi della estensione, distribuzione, localizzazione delle frane attive in relazione al fattore litologia;

- analisi della estensione, distribuzione, localizzazione delle frane attive in relazione al fattore copertura forestale;
- analisi della estensione, distribuzione, localizzazione delle frane attive in relazione al fattore pendenza;
- analisi della estensione, distribuzione, localizzazione delle frane attive in relazione al fattore uso del suolo storico;
- analisi della estensione, distribuzione, localizzazione delle frane attive in relazione al fattore uso del suolo 2003;
- analisi della estensione, distribuzione, localizzazione delle frane attive in relazione al fattore segnalazione di eventi da parte di Enti pubblici al STB Reno.
- analisi della estensione, distribuzione, localizzazione delle frane attive in relazione al taglio bosco.

Per quanto riguarda l'analisi della estensione, distribuzione, localizzazione delle frane attive in relazione al fattore uso del suolo 1954, è stata realizzata ex-novo la fotointerpretazione mediante GIS, ingrandendo le fotoaeree alla scala 1:5000 limitatamente alla superficie interessata dalle aree in frana.

Queste elaborazioni hanno permesso la caratterizzazione dei movimenti franosi in relazione ai fattori stazionali ed antropici ritenuti potenzialmente di interesse per la ricerca. Un importante supporto al lavoro è stata la cartografia di base ed in particolare le carte tematiche, già disponibili in formato digitale presso gli archivi della Regione o trasformate in formato "shape" per Arcview (ESRI). Di seguito si elencano quelle adottate e consultate nello studio, caratterizzandone struttura e contenuti.

3.2.1.2. Le carte tematiche

Le frane storiche cartografate dall'Autorità di Bacino

L'Analisi storica delle frane nel bacino del Fiume Reno è il risultato di un'indagine retrospettiva delle frane di maggior rilevanza verificatesi nel bacino del Fiume Reno in un periodo di circa cinque secoli, che ha portato all'elaborazione di un ampio data-base, relativo alla distribuzione spaziale, temporale e tipologica dei fenomeni.

La catalogazione ha definito tre distinte chiavi di consultazione:

- il "Catalogo delle frane storiche" riporta l'elenco delle varie attivazioni storiche dei fenomeni franosi che hanno interessato il bacino del Fiume Reno dal XV secolo al 1996, utilizzando riferimenti e citazioni provenienti da varie fonti, ed in particolare dall'Archivio I.R.P.I. (Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica nel Bacino Padano) e dall'ASB-GC (Archivio di Stato di Bologna, Fondo Genio Civile);
- la "Localizzazione delle frane storiche" rappresenta il risultato di un lavoro di integrazione di informazioni di varia origine, in particolare derivanti da una buona disponibilità di fonti storiche locali, cui è seguita l'individuazione e la localizzazione delle aree franose sulla Carta dell'Inventario del Dissesto a scala 1:25.000;
- le "Frane coinvolgenti il reticolo idrografico" riportano le frane che hanno interferito direttamente con l'assetto del reticolo idrografico evidenziando l'effetto e le ripercussioni che questi fenomeni hanno provocato direttamente sul corso d'acqua.

Pur trattandosi in gran parte di aree collinari e montane distanti dai principali centri, la distribuzione capillare di piccoli insediamenti presenti a partire dal medioevo, l'utilizzo intensivo del suolo, la buona disponibilità di fonti storiche locali, e perdurare della toponomastica puntuale, conservatasi in misura sostanziale nella cartografia IGM e nella Carta Tecnica Regionale, hanno consentito:

- a) la registrazione coeva e dettagliata delle frane di maggiore impatto;
- b) la conservazione e la reperibilità della documentazione;
- c) il riconoscimento degli areali coinvolti.

Il procedimento seguito per la localizzazione sulla cartografia 1:25.000 di tutte le frane inserite nel Catalogo si è articolato nei passi seguenti:

- 1) - integrazione dell'insieme delle informazioni ricavabili dalla documentazione di base acquisita per la stesura del Catalogo e delle integrazioni svolte successivamente;
- 2) - estrazione dei riferimenti relativi alle località principali e ai toponimi locali;
- 3) - verifica e confronto della coerenza tra gli altri elementi (per es., la ripartizione amministrativa, il bacino idrografico, il tracciato della strada, ecc.);
- 4) - individuazione dell'area sulla cartografia IGM a scala 1:25.000;
- 5) - localizzazione dell'area sulla Carta dell'Inventario del Dissesto a scala 1:25.000;
- 6) - verifica di dettaglio dei toponimi sulla C.T.R. che, per gran parte del bacino, deriva dalla riduzione fotografica della Carta Tecnica a scala 1:10.000 e conserva, quindi, la ricchezza di vocaboli;
- 7) - identificazione dell'elemento relativo al dissesto riportato sulla carta associabile al fenomeno indicato sul Catalogo;
- 8) - verifica della coerenza attraverso il confronto tra i dati disponibili per la frana (dimensioni, effetti, tipologia, ecc.);
- 9) - attribuzione di un codice identificativo al fenomeno e inserimento dei suoi elementi caratteristici nel data-base di seguito riportato.

L'individuazione delle frane storiche ha reso plausibile la sovrapposizione dell'uso del suolo nei periodi di riferimento (1880, 1954, 1976, 2003)

La carta regionale dell'uso del suolo 1976

Disponibile alla scala: 1:25.000, anni di rilevamento: dal 1971 al 1978, base topografica Carta 1:25.000 dell'I.G.M. La carta è stata realizzata mediante fotointerpretazione di voli diversi in B/N e a colori (a scala 1:15.000 e 1:13.000) eseguiti dal 1974 al 1978 e successivi controlli sul terreno. Nell'impostare la legenda sono stati seguiti principalmente due criteri: limitare il più possibile il numero delle classi e dare risalto a certe categorie di grande interesse a livello regionale e mettere in risalto situazioni peculiari a livello regionale, che in una strutturazione più schematica non troverebbero spazio, come per esempio i castagneti da frutto, le risaie, i frutteti e i vigneti. Il metodo di realizzazione è basato essenzialmente sulla interpretazione delle fotografie aeree. Questo metodo consente una visione d'insieme dell'area e permette lo studio anche delle aree difficilmente accessibili. La fotointerpretazione preliminare consiste in una prima "lettura" della foto e

nell'osservazione diretta degli elementi e delle caratteristiche visibili del fotogramma; tutto ciò, abbinato alla taratura di campagna, contribuisce alla determinazione delle chiavi interpretative e alla stesura della legenda dei tematismi in esame.

Legenda della Carta:

- Ø Tessuto urbano continuo
- Ø Tessuto urbano discontinuo
- Ø Aree industriali e commerciali
- Ø Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori
- Ø Aree portuali
- Ø Aeroporti
- Ø Aree estrattive
- Ø Discariche
- Ø Cantieri
- Ø Aree verdi urbane
- Ø Aree sportive e ricreative
- Ø Seminativi in aree non irrigue
- Ø Seminativi in aree irrigue
- Ø Risaie
- Ø Vigneti
- Ø Frutteti, noccioleti e castagni da frutto
- Ø Olive
- Ø Prati stabili
- Ø Colture annuali associate a colture permanenti
- Ø Sistemi colturali e particellari complessi
- Ø Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti
- Ø Aree agroforestali
- Ø Boschi di latifoglie
- Ø Boschi di conifere
- Ø Boschi misti
- Ø Aree a pascolo naturale e praterie d'alta quota
- Ø Brughiere e cespuglietti
- Ø Vegetazione sclerofilla
- Ø Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione
- Ø Letti dei corsi d'acqua
- Ø Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti
- Ø Aree in erosione con vegetazione rada
- Ø Aree percorse da incendi
- Ø Ghiacciai e nevi perenni
- Ø Paludi interne
- Ø Torbiere
- Ø Zone costiere
- Ø Corsi d'acqua, canali e idrovie
- Ø Bacini d'acqua
- Ø Acque marine

La carta regionale dell'uso del suolo 2003

La carta è stata in questo caso realizzata utilizzando immagini da satellite. Le immagini Quickbird, utilizzate sono pancromatiche, ad alta risoluzione e riprese con tecnologia a 11 bit che

comporta 2048 livelli di grigio. Tutto questo consente di ottenere un prodotto di grande precisione geometrica e notevole dettaglio tematico aggiornabile nel tempo. Nel mettere a punto la metodologia di realizzazione si è cercato di coniugare le specifiche europee di Corine Land Cover con l'esigenza di poter rappresentare alcune categorie peculiari di interesse regionale. Pertanto i primi tre livelli sono stati derivati da Corine, mentre il quarto livello, elaborato su scala interregionale, permette di rappresentare anche le varie categorie di interesse locale. Per quanto riguarda la fotointerpretazione si è fatto riferimento alla consolidata metodologia per la costruzione di carte di uso del suolo, che prevede il pragmatico impiego del concetto di prevalenza, della maggior verosimiglianza, dell'impiego di controlli a terra e dell'uso contestuale di dati ausiliari nel processo interpretativo. I controlli sul campo sono stati effettuati utilizzando un computer palmare con software gis e GPS.

Legenda (semplificata) e sigle

Ec	1.1.1.1 Tessuto residenziale compatto e denso
Er	1.1.1.2 Tessuto residenziale rado
Ia	1.2.1.1 Insediamenti produttivi industriali, artigianali e agricoli con spazi annessi
Ic	1.2.1.2 Insediamenti commerciali
Is	1.2.1.3 Insediamenti di servizi pubblici e privati
Io	1.2.1.4 Insediamenti ospedalieri
It	1.2.1.5 Insediamenti di grandi impianti tecnologici
Rs	1.2.2.1 Reti stradali e spazi accessori
Rf	1.2.2.2 Reti ferroviarie e spazi accessori
Re	1.2.2.5 Reti ed aree per la distribuzione, la produzione ed il trasporto dell'energia
Ri	1.2.2.6 Reti ed aree per la distribuzione idrica
Qa	1.3.1.1 Aree estrattive attive
Qi	1.3.1.2 Aree estrattive inattive
Qq	1.3.2.1 Discariche e depositi di cave, miniere e industrie
Qu	1.3.2.2 Discariche di rifiuti solidi urbani
Qr	1.3.2.3 Depositi di rottami a cielo aperto, cimiteri di autoveicoli
Qc	1.3.3.1 Cantieri, spazi in costruzione e scavi
Qs	1.3.3.2 Suoli rimaneggiati e artefatti
Vp	1.4.1.1 Parchi e ville
Vx	1.4.1.2 Aree incolte nell'urbano
Vt	1.4.2.1 Campeggi e strutture turistico-ricettive (bungalows e simili)
Vs	1.4.2.2 Aree sportive (calcio, atletica, tennis, sci)

Vd	1.4.2.3 Parchi di divertimento e aree attrezzate (aquapark, zoosafari e simili)
Vq	1.4.2.4 Campi da golf
Vr	1.4.2.7 Aree archeologiche
Vb	1.4.2.8 Aree adibite alla balneazione
Se	2.1.2.1 Seminativi semplici
Sv	2.1.2.2 Vivai
So	2.1.2.3 Colture orticole in pieno campo, in serra e sotto plastica
Cv	2.2.1.1 Vigneti
Cf	2.2.1.2 Frutteti e frutti minori
Cp	2.2.3.1 Pioppeti colturali
Cl	2.2.3.2 Altre colture da legno (noceti,ecc.)
Bf	3.1.1.1 Boschi a prevalenza di faggi
Bq	3.1.1.2 Boschi a prevalenza di querce, carpini e castagni
Bs	3.1.1.3 Boschi a prevalenza di salici e pioppi
Bp	3.1.1.4 Boschi planiziari a prevalenza di farnie, frassini, ecc.
Bc	3.1.1.5 Castagneti da frutto
Tn	3.2.3.1 Aree con vegetazione arbustiva e/o erbacea con alberi sparsi
Ta	3.2.3.2 Aree con rimboschimenti recenti
Dc	3.3.3.1 Aree calanchive
Dx	3.3.3.2 Aree con vegetazione rada di altro tipo
Up	4.2.1.1 Zone umide salmastre
Uv	4.2.1.2 Valli salmastre
Ua	4.2.1.3 Acquacolture
Af	5.1.1.1 Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione scarsa
Ac	5.1.1.2 Canali e idrovie
Ar	5.1.1.3 Argini
Av	5.1.1.4 Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione abbondante
An	5.1.2.1 Bacini naturali
Ap	5.1.2.2 Bacini con destinazione produttiva
Ax	5.1.2.3 Bacini artificiali di varia natura

La carta regionale dell'uso del suolo storico (ca 1880)

La carta storica è ricavata dall'analisi e dall'assemblaggio di diverse fonti cartografiche storiche. Il territorio regionale era coperto dalla carta topografica austriaca (scala 1:86.400) e, per una piccola porzione, dalla "Carta topografica degli stati di terraferma di Sua Maestà il Re di Sardegna" del 1853 (scala 1:50.000). Queste carte erano a loro volta derivate da singole carte di origine, del tutto omogenee per scala, disegno e simbologia, e perfettamente assemblabili in un unico reticolo. Per realizzare la carta storica, il mosaico delle varie cartografie è stato scansionato a 1016 punti per pollice, georeferenziato attraverso il riconoscimento di punti trigonometrici e di punti noti, infine suddiviso secondo il taglio dei moderni fogli 1:50.000 dell'Istituto Geografico Militare. Il dettaglio di queste carte topografiche ha permesso un'interpretazione dei segni convenzionali, al fine di ricostruire una visione del governo del territorio di quel periodo storico. La base dati è definita come "uso del suolo storico" ed è costituita da due *coverage arc/info*, una poligonale con le delimitazioni dell'uso del suolo ed una di punti che contiene le informazioni, cartografate con simboli puntuali. L'interpretazione è stata svolta direttamente al video sulle scansioni degli originali in bianco nero.

Legenda

1° LIVELLO	2° LIVELLO	3° LIVELLO
1 TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE	1.1 ZONE URBANIZZATE	
	1.2 INSEDIAMENTI PRODUTTIVI	1.2.1 INSEDIAMENTI ARTIGIANALI 1.2.2 AREE PORTUALI
	1.3 AREE ESTRATTIVE	1.3.1 MINIERE E CAVE
2 TERRITORI AGRICOLI	2.1 SEMINATIVI	2.1.1 SEMINATIVI SEMPLICI 2.1.2 RISAIE
	2.2 SEMINATIVI ARBORATI	2.2.1 CAMPI ALBERATI A VIGNA 2.2.2 CAMPI CON ALTRE ALBERATURE
	2.3 PRATI STABILI	
3 Territori boscati ed ambienti seminaturali	3.1 AREE BOSCADE	
	3.2 AMBIENTE CON VEGETAZIONE ARBUSTIVA E/O ERBACEA	
	3.3 ZONE APERTE CON VEGETAZIONE RADA O ASSENTE	3.3.1 SABBIE E SPIAGGE
		3.3.2 ZONE DI AFFIORAMENTO LITOIDE 3.3.3 ZONE DI AFFIORAMENTO DISSESTATE
4 AMBIENTE UMIDO	4.1 ZONE UMIDE INTERNE E MARITTIME	4.1.1 PALUDI 4.1.2 VALLI SALMASTRE 4.1.3 SALINE

5 AMBIENTE DELLE ACQUE	5.1 ACQUE CONTINENTALI	5.1.1 ALVEI FLUVIALI
		5.1.2 ALVEI CON ACQUA
		5.1.3 BACINI D'ACQUA

La carta forestale della Provincia di Bologna (rilievi 2002):

La Carta delle aree forestali, redatta su scala provinciale ai sensi della L.R. 30/81, è stata realizzata dalla Provincia di Bologna nel corso di rilievi fotointerpretativi e di campagna nel 2002 e viene costantemente aggiornata a cura delle Comunità Montane e della Provincia stessa. L'individuazione delle aree forestali (5.000 m² o 20 m per formazioni lineari) avviene mediante l'utilizzo dell'ortofotopiano, il controllo in bosco dei poligoni e l'individuazione dei parametri vegetazionali e gestionali. La restituzione dei dati rilevati su supporti cartacei ed informatizzati. La suddivisione delle aree forestali per parametri vegetazionali e colturali segue l'uso del codice "CORINE Land Cover modificato" secondo il quale è stato possibile attribuire codici identificativi per:

- Ø Entità Fisionomiche e tipologie forestali
- Ø Caratteristiche strutturali
- Ø Densità
- Ø Forma di Governo e trattamento
- Ø Prima specie
- Ø Seconda specie
- Ø Rilevamento degli alberi e dei filari monumentali

Carta Forestale	
LOCALITA'	
CLASSE	3 - AREA FORESTALE
SOTTOCL.	5 - SOPRASSUOLI BOSCHIVI DI LATIFOGLIE
CATEGORIA	7 - BOSCHI BASSI
SOTTOCAT.	4 - COPERTURA > 70%
GOVERNO	SI - CEDUO SEMPLICE "INVECCHIATO"
PRIMA_SP	Qpu - Quercus pubescens (=Q. lanuginosa)
RELIT_PRIM	.
SECONDA_SP	Rp - Robinia pseudoacacia
RELIT_SEC	.
LABEL	3574/SIQpuRp
ETTARI	4.91875

Esempio di classificazione di area forestale

La carta della vegetazione (Parco di Monte Sole e Foglio Montese), edizione 2004

La Regione ha predisposto carte tematiche della vegetazione per il territorio coperto da aree protette ed altre zone di particolare interesse. La base topografica per il rilevamento è la carta topografica regionale in scala 1:25.000 (tavola), salvo l'uso della C.T.R. in scala 1:10.000 (sezione) per i territori con particolare complessità di rappresentazione cartografica o per particolari esigenze territoriali. Il rilevamento e la successiva rappresentazione cartografica sono stati eseguiti secondo il metodo fitosociologico. Le varie unità sono dotate di caratteristiche vegetazionali diverse riconoscibili sul terreno e distinguibili da quelle adiacenti. La determinazione delle varie unità

cartografabili arriva per quanto possibile, ai gradi di maggior dettaglio (associazione, alleanza). Per quanto riguarda le dimensioni delle varie unità alla scala 1:25.000 è stata presa come riferimento una dimensione minima di 2 millimetri ed un'area minima di 4 millimetri quadrati. La legenda è il più possibile completa ed esauriente. Per ogni unità vegetazionale cartografata sono indicati in particolare:

- la definizione in termini correnti e comprensibili da tutti;
- una breve descrizione con cenni alle specie dominanti e/o caratteristiche e all'habitat;
- eventuali altre notizie particolari;
- il grado di artificialità;
- la categoria fitosociologica di riferimento.

Legenda delle categorie cartografate (ogni unità cartografata è distinta mediante l'utilizzo di una sigla composta da due lettere, la prima maiuscola e la seconda minuscola):

Alvei e greti fluviali; aggruppamenti erbacei stagionali Polygono-Xanthietum italici Chenopodion rubri	Al
Aree urbane e zone industriali. Montese 90.	Au
Prati a Bromus erectus e Brachypodium pinnatum; Mesobromion erecti Br.-Bl. et Moor 38. Montese 90.	Be
Bosco misto di roverella, cerro, castagno e ciavardello; Cytiso-Quercion pubescentis Ubaldi (84) 88. Montese 90.	Bm
Pioppeti colturali; Delta Po 99.	Cp
Pascoli a Dactylis glomerata e Brachypodium pinnatum. Agropyro-Dactyletum achilleetosum Ubaldi et al. 84. Mesobromion Br.-Bl. et Moor 38. Sintria 96.	Da
Frutteti. Torriana 95.	Fr
Aggruppamenti a Bromus erectus ed Helianthemum canum. Helianthemo cani-Brometum; Zanotti, Ubaldi et Puppi n.p. Monte Sole 96.	Hb
Laghi e laghetti. Torriana 95.	La
Aggrupp. a Molinia arundinacea; Mesobromion Br.-Bl. et al. 38. Montese 90.	Ma
Bosco di carpino nero con ornello, maggiociondolo e castagno; Laburno-Ostryon Ubaldi 80. Montese 90.	Oc
Bosco misto di carpino nero, castagno e rovere. Ostryo-Aceretum opulifolii anemonetosum nemorosae Ubaldi et al. 94. Monte Sole 96.	Op
Boschi igrofilici caratterizzati da Populus alba, Ulmus minor e P. nigra in suoli con falda elevata, in stazioni depresse. Populetalia albae Br.-Bl. 31. Delta Po 99.	Pa
Querceti e querceto-castagneti acidofili; Erythronio-Quercion petraeae Ubaldi 88. Montese 90.	Qa
Querceto di cerro; Laburno-Ostryon Ubaldi 80; Montese 90.	Qc
Querceto di roverella e cerro; Cytiso-Quercion pubescentis Ubaldi 88; Montese 90.	Qm
Boschi di cerro e carpino nero. Ostryo-Aceretum opulifolii Ubaldi et al. 87. Laburno-Ostryon	Qo
Rimboschimenti di conifere. Montese 90.	Ra
Vegetazione erbacea igro-nitrofila a fisionomia variabile. Potentillo-Polygonetalia R. Tx. 47.	Rb
Lembi di prateria su cenge; Caricion ferrugineae Br.-Bl. 31. Alto App. modenese 94.	Rc
Cespuglieti a dominanza di Rubus idaeus. Rubetum idaei Gams 27. Corno 99.	Ri
Rimboschimenti di latifoglie. Torriana 95.	Rl
Rimboschimenti misti di conifere e latifoglie. Delta Po 99.	Rm
Boscaglie di latifoglie naturalizzate (Robinia, Ailanthus, Amorpha, ecc.). Delta Po 99.	Rr
Seminativi; Secalinetea Br.-Bl. 51. Montese 90.	Se
Arbusteti e boscaglie alveali a salici; Salicetalia purpureae Moor 58. Montese 90.	Sp
Aggruppamenti a Stachelina dubia e Thymus striatus. Monte Sole 96.	Ts

La carta geologica regionale

I rilievi per la carta geologica del territorio collinare e montano dell'Emilia-Romagna, in scala 1:10.000, sono iniziati in forma sperimentale nel 1978 grazie ad una collaborazione tra

l'Istituto di Geologia dell'Università di Bologna (oggi Dipartimento di Scienze della terra e geologico-ambientali) e l'Ufficio Geologico regionale (oggi Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli). I soddisfacenti risultati raggiunti hanno permesso alla Regione Emilia-Romagna di avviare, nel 1982, il rilevamento sistematico alla scala 1:10.000 dell'intero territorio collinare e montano dell'Emilia-Romagna, avvalendosi della collaborazione dei dipartimenti di scienze della terra delle Università di Bologna, Firenze, Modena, Padova, Parma, Pavia, Pisa e del CNR di Firenze e Pisa. Il criterio di rilevamento seguito è quello litostratigrafico come previsto dai codici di stratigrafia e dalla guida al rilevamento per la nuova Carta Geologica d'Italia. La legenda della carta è in genere impostata secondo l'ordine cronostratigrafico; talora, specie nelle prime carte pubblicate, in aree in cui le successioni stratigrafiche non risultavano ancora ben conosciute e ricostruibili, l'ordine segue quello della sovrapposizione geometrica. Salvo alcune eccezioni, la carta e la legenda sono corredate da una o più sezioni geologiche e da schemi tettonici e stratigrafici. Particolarità della cartografia geologica 1:10.000 è la distinzione delle aree con affioramenti ("affioranti") da quelle per le quali l'attribuzione geologica deve essere interpolata o estrapolata per mancanza di esposizione delle rocce ("sub-affioranti") e che sono cartografate in base alla valutazione e alla misura degli spessori e dell'estensione areale della coltre che impedisce la diretta osservazione. Le coltri di copertura, in quanto corpi tridimensionali, sono considerate come gli altri depositi, ovvero unità geologiche continentali (suolo, accumulo di frana, detrito di falda, detrito di versante, morena, terreno di riporto, ecc.); lo stesso vale per gli accumuli di discariche o riporti. Le sigle adottate nella cartografia 1:10.000 pubblicata sono conformi al "Catalogo delle Unità Formazionali Italiane", e si compongono di tre lettere maiuscole che richiamano il termine formazionale esteso, cui si aggiunge un numero per identificare il membro ed, eventualmente, una lettera minuscola per la lente. Nel caso siano cartografate sottounità informali come le litozone, esse vengono indicate con una lettera minuscola. I depositi e le coperture recenti ed attuali sono indicati con lettere minuscole singole; classificazioni aggiuntive sono riportate utilizzando una numerazione progressiva (esempio per i depositi alluvionali terrazzati: b1, b2, b3,, bn). I livelli informativi che compongono la banca dati si articolano in:

- Punti di osservazioni geologiche
- Risorse e prospezioni
- Elementi geomorfologici e antropici puntuali e lineari
- Affioramenti puntuali di particolare interesse
- Elementi strutturali
- Limiti delle coperture quaternarie
- Limiti di unità cartografabili geologiche
- Processi geologici particolari
- Affioramenti geologici
- Ambienti deposizionali e litologie
- Coperture quaternarie e sintemi
- Unità cartografabili geologiche

L'inventario e la carta regionale dei movimenti franosi

La cartografia ufficiale che individua e classifica i movimenti franosi su scala regionale è stata pubblicata nel 1996 e consiste in 91 fogli alla scala 1:25.000 che coprono un'areale di 12.600 chilometri quadrati circa, corrispondenti all'intero Appennino emiliano-romagnolo. Rappresenta la seconda edizione della Carta del Dissesto a scala 1:25.000, elaborata per fotointerpretazione tra il 1976 ed il 1980 e recepita dal Piano Territoriale Paesistico Regionale. I dati dell'Inventario derivano dal rilevamento di campagna e sono stati raccolti negli ultimi quindici anni dalla Regione, in collaborazione con gli Enti di ricerca, per la preparazione della carta geologica dell'Appennino

emiliano-romagnolo a scala 1:10.000. Vi sono rappresentati i corpi di frana, gli accumuli di detrito e i depositi alluvionali terrazzati. Le frane sono differenziate in attive e quiescenti; utilizzando la classificazione di Varnes semplificata sono state ulteriormente suddivise, evidenziando le frane da crollo e da scorrimento in roccia rispetto alle tipologie più comuni (colate, frane complesse per scorrimenti e colate). La carta è stata digitalizzata e i dati sono gestiti attraverso GIS. Le informazioni utilizzate nella presente ricerca rappresentano la versione più aggiornata della cartografia sul dissesto e non risultano attualmente ancora disponibili al pubblico.

L'inventario delle segnalazioni pervenute al STB Reno nel periodo 1991-2008

I dati utilizzati per l'elaborazione con GIS in questo caso erano già precedentemente stati organizzati popolando un progetto GIS costruito in base alla compilazione di un modello appositamente predisposto, di seguito allegato. Nel complesso sono state censite circa 100 segnalazioni/anno.

Modello dati censimento segnalazioni dissesti dal 1991 al 2008

INDICE CAMPI	DESCRIZIONE
PROG	Numero progressivo usato come identificativo della segnalazione.
COMUNE	Comune dove si è verificato il dissesto
LOCALITA'	Località del dissesto come specificato nella domanda di pronto intervento
SOGGETTO SEGNALANTE	Soggetto che richiede il pronto intervento
CODICE DISSESTO	Codice che viene attribuito a ciascun dissesto in base a sue caratteristiche peculiari
DATA	Data in cui la domanda è pervenuta all'ente Regione
ESITO	Indica se e come è stata finanziata la richiesta di pronto intervento.
DATA PARERE	Data in cui la domanda ha concluso l'iter amministrativo.
CLASSE	Suddivide le richieste in base alla combinazione di "CODICE" e "ESITO"
PROTOCOLLO	Numero di protocollo dell'ente Regione

ALTRO	Informazioni aggiuntive riguardanti il dissesto.
--------------	--

Tabella dei valori

Nome campo	Valori	Descrizione
CODICE DISSESTO	A	Dissesto che ha interessato la <u>viabilità *</u>
	B	Dissesto su <u>corso d'acqua</u>
	C	Dissesto generico su <u>versante</u>
	D	Dissesto in cui sono rimaste coinvolte una o più <u>infrastrutture pubbliche</u>
	E	Dissesto che ha interessato una <u>infrastruttura privata</u>
ESITO	0	La richiesta è stata messa agli atti.
	1	Pronto intervento concesso con finanziamento della Regione
	2	Delegato al controllo e/o finanziamento di altri enti
	3	Pronto intervento concesso con lavori eseguiti direttamente da questo servizio
	4	Nessun finanziamento concesso.
CLASSE	A0	I valori del campo "CODICE DISSESTO" vengono uniti ai corrispondenti valori del campo "ESITO" per ottenere così una classificazione unica di ciascun dissesto.
	A1	
	A2	
	A3	
	A4	
	B0	Per esempio classe A1 significa dissesto su viabilità (A) con finanziamento erogato dalla regione ai sensi della L.1010 /48
	B1	
	B2	
	B3	
	B4	
	C0	
	C1	
	C2	
	C3	
	C4	

	D0	
	D1	
	D2	
	D4	
	E0	
	E1	
	E2	
	E4	

3.2.2 Analisi delle dinamiche dell'abbandono dei coltivi

Dopo una caratterizzazione dell'area di analisi, effettuata elaborando con il GIS le carte tematiche disponibili, il lavoro ha analizzato le dinamiche dell'abbandono dei coltivi. I materiali utilizzati per l'analisi delle dinamiche dell'abbandono e degli effetti sulla rinaturalizzazione hanno interessato diverse basi cartografiche e fotogrammetriche disponibili per l'area di studio. In particolare si è utilizzato:

Strati raster da remoto:

- Foto aeree (AIMA 1996, IT 2000, AGEA 2001, 2002) e satellitari (QuickBird 2003);
- CTR (1:5.000, 1:25.000, 1:250.000 e multiscala). Sorgente: Server RADEX o Repository (Servizio Sistemi Informativi Geografici della Regione Emilia-Romagna);
- Estensioni per ArcView 3.2a: TN RaDex 1.3, 2.1, CORE

Strti raster in locale:

- Foto aeree (IGM-GAY 1954 e volo regionale 1976) e satellitari (Quickbird 2003);
- CTR (1:5.000,1:25.000, 1:250.000) nei formati: geoTIFF, .img, Arcinfo GRID. Sorgente: Server Servizio Tecnico Bacino Reno

Per i rilievi di campagna è stata utilizzata una apposita scheda predisposta in collaborazione con la Cattedra di Selvicoltura dell'Università di Bologna (fig.1)

ABBANDONO ED EVOLUZIONE DELLA VEGETAZIONE NEI TERRENI ABBANDONATI

AREA: N° _____		posizione fisiografica:		spp. arbustive prevalenti	
Data del rilievo: ____/____/91		sommità (1)		(in ordine decr. di diff.):	
Località: _____		versante:			
Quota: m.s.l.m.: _____		parte alta (2)			
Riferimento transect: _____		parte media (3)			
Note: _____		parte inferiore (4)			
		pianale (5)			
		scarpata (6)			
		pianeggiante (7)			
		chiusa (8)		grado di copertura totale	
		aperta (9)		(spp. arbustive):	
				< 10% (1)	
				20-40% (2)	
				40-70% (3)	
				70-100% (4)	
		rocciosità:		spp. erbacee prevalenti	
		assente/scarsa (1)		(in ordine decr. di diff.):	
		scarsa (2)			
		abbondante (3)			
		pietosità:		grado di copertura totale	
		assente/scarsa < 5% (1)		(spp. erbacee):	
		scarsa < 10% (2)		< 10% (1)	
		abbondante > 10% (3)		20-40% (2)	
				40-70% (3)	
				70-100% (4)	
		erosione:		spp. arboree	
		ness. mov. sup. visibile (1)		(in ordine decr. di diff.):	
		pice. smottamenti loc. (2)			
		riagnoli frequenti (3)			
		molti smott. recenti (4)			
		molti smott. passati (5)			
		frane recenti (6)			
		frane passate (7)			
		erosione and. sup. (8)			
		accessibilità:		grado di copertura totale	
		facile < 15° (1)		(spp. arboree):	
		difficile < 60° (2)		< 10% (1)	
		non access. > 60° (3)		20-40% (2)	
				40-70% (3)	
				70-100% (4)	
		viabilità:		caratteristiche del proprietario:	
		sentiero:		abitazione in loco (1)	
		in uso (1)		abitazione in altre zone (2)	
		abbandonato (2)			
		multiterza:			
		percorribile (3)			
		abbandonata (4)			
		carreggiabile:			
		con traffico (5)			
		con auto (6)			
		substrato geolitologico:		gestione:	
		terr. calcicli e/or a mat. argill. (1)		diretta (1)	
		calcari marnosi (2)		conto terzi (2)	
		arenarie quarz. feldsp. (3)		part. time (3)	
				appezz. di modeste dimensioni:	
				appartenente grande azienda:	
				coltivato (1)	
				abbandonato (2)	
				non appartenente ad azienda (3)	

Esposizione:

- (1)
- (8) NO N NE (2)
- (7) O E (3)
- (6) SO S SE (4)
- (5)

Pendenza:

- legg. pendio 0-25 (1)
 - ripido 26-60 (2)
 - molto ripido > 60 (3)
- profondità del suolo:
- scarsa, profondo 25 cm (1)
 - mediamente 25-100 cm (2)
 - profondo > 100 cm (3)

Fig. 1 Scheda per il rilievo delle caratteristiche delle aree in abbandono

La scheda è strutturata in tre settori: una prima parte è dedicata alle caratteristiche fisiche dell'area, una seconda è rivolta agli aspetti vegetazionali ed una terza riguarda le peculiarità relative alla gestione aziendale. Per la classificazione della vegetazione sono stati utilizzati standard regionali, integrati in alcuni casi specifici. Dopo i primi rilievi (realizzati nel 1990 dal sottoscritto con l'ausilio di alcuni studenti) riportati su due tesi nell'anno accademico 1991-1992, sono stati ripetute nel corso del 2008 sia la foto interpretazione che le verifiche di campagna, con lo scopo di analizzare le dinamiche relative a:

- abbandono (o recupero produttivo) di nuove aree nel periodo 1990-2008;
- cambiamenti sul grado di copertura vegetazionale (arborea, arbustiva ed erbacea) avvenuti nell'ultimo periodo 1990-2008 sulle aree in evoluzione;
- cambiamenti sulla tipogia e/o il grado di erosione eventualmente in atto.

Nello specifico il rilievo sulle foto satellitari QuickBird 2003 è avvenuto avvalendosi di tecnologia GIS lavorando alla scala 1:2000, permettendo una analisi di dettaglio particolarmente approfondita. La percentuale di copertura vegetazionale è stata rilevata mediante stima oculare e successive verifiche di campagna.

Il percorso metodologico si è pertanto articolato in:

- fotointerpretazione dei voli 1954 e 1976 (mediante metodo classico con ausilio di stereoscopio) ed i rilievi di campagna che hanno permesso il controllo della foto interpretazione e la compilazione della scheda;

- fotointerpretazione delle immagini 1996, 2003 mediante GIS, con verifiche, quando necessario su foto aeree voli 2000, 2001 e 2002, ed il successivo controllo in campagna, svolto nell'estate 2008.

Ciò ha permesso di studiare i cambiamenti dell'uso del suolo e della copertura vegetale dal 1954 ad oggi con particolare focalizzazione su:

- le dinamiche spazio-temporali dell'abbandono dei coltivi;
- le dinamiche di rinaturalizzazione della copertura vegetale nelle aree abbandonate;
- le dinamiche di erosione e dissesto idrogeologico in relazione all'abbandono dell'agricoltura ed in particolare delle sistemazioni idraulico agrarie.

3.2.3 Analisi degli interventi realizzati sulle frane attive

L'ultima fase della ricerca ha interessato l'analisi degli interventi realizzati sulle frane attive oggetto di sistemazioni idraulico-forestale ed ingegneria naturalistica con particolare riguardo alla tipologia degli interventi realizzati nell'area nel corso del periodo 1990-2007. Per quanto riguarda i rilievi effettuati sugli interventi di ingegneria naturalistica è stata utilizzata una scheda appositamente predisposta:

MONITORAGGIO DEGLI INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA

N° Scheda:	Data:	Rilevatore:
-------------------	--------------	--------------------

1. DATI DEL PROGETTO

<i>Regione:</i>	Provincia:
Comune:	Ente Committente:
Data di progettazione:	Data di realizzazione:

2. DATI DI STAZIONE

Riferimento cartografico:(CTR 1:10.000)	
Altitudine: slm.	Pedologia*:
Bacino idrografico:	Pendenza dell'alveo:
0-5 m 5-10 m +10m	
Distanza dal corso d'acqua più vicino:	
Esposizione: Nord Sud Ovest Est	Pendenza: 0-15% 15-25% 25-35% 35-50% 50-75% 75-100%

Piovosità:	Media:	Minima:	Massima:	Temperatura :	Minima:	Massima:	
mm/Amm/M mm/M				
Codice area forestale **: 				copertura %	Arborea	Arbustiva	
Distanza dal bosco:					
Specie Erbacee (bosco):		Specie Arbustive (bosco):		Specie arboree (bosco):			
Ambito di intervento: Versante Lago o corso d'acqua Infrastrutture o ferrovie Ex-cave Discariche Zone con condotte interrato Altro..... Piste da sci Zone umide Boschi							

*Si richiede il codice di classificazione della carta dei suoli

** Si richiede il codice di classificazione della carta del bosco

3. DATI DI INTERVENTO

<i>Finalità: Consolidamento del versante/Ricostruzione della copertura vegetale Regimazione idrica</i>			
Tipologia di opera:			
Inerbimento		Canaletta di legname e pietrame	
Arbusti e Alberi		Grata in legname con talee	
Talee arbustive per difese spondali		Palizzata in legname viva	
Gradonata con talee		Palificata in legname viva	
Gradonata con piantine		Muro di sostegno in pietrame	
Cordonata viva		Sistemazioni con reti di juta	
Viminata viva		Sistemazioni con stuoie in fibra di legno	
Fascinata viva		Copertura diffusa con astoni	
Drenaggio con fascinate		Gabbionata con talee	
Briglia in legname e pietrame		Soglia di pietrame	
MATERIALI UTILIZZATI			

<u>Pietrame:</u> ghiaia e sabbia Massi naturali, pietrame di riempimento		<u>Materiale biodegradabile:</u> Biofeltro o Biostuoia prese minata, Biotessili	
<u>Legname:</u> Pertiche in legname Picchetti/pioli di legno Specie: Sciaveri/Tondame Tronchi reperiti in loco Con corteccia/ Senza corteccia		<u>Ferro:</u> Chiodi, Graffe, tasselli e barre di ancoraggio, barre di acciaio Filo di ferro Funi di acciaio Pannello di funi Pannello di rete elettrosaldata Reti metalliche Tondini di ferro Chiodature speciali per roccia Tiranti	
<u>Calcestruzzo</u>			
<u>Altro:</u>			
<u>Materiale vivo</u> Piantine a radice nuda Piantine con pane di terra Miscugli di semente Talee, ramaglia, verghe Zolle erbose, tappeto erboso Culmi di canna Assente		Specie:	Densità:

4. STATO D'OPERA

STRUTTURE IN LEGNO								
Tipologia	Aspetti biotici		Aspetti meccanici			Valutazione condizioni		
	Funghi	Fauna	Crepe d'attrito	Crepe da giuntura	Fessurazioni	Buone	Discrete	Scadenti
Tronchi								
Sciaveri								
Assi								
Picchetti								
Astoni	Spezzati	Piegati	Marcescenti	Valutazione Buone Discrete Scadenti condizioni generali:				

<i>Strutture in pietra</i>			
Rimozione dei sassi dall'opera%		<i>Modifiche nella distribuzione dei sassi%</i>	
Eventuali cause:			
	Buone	<i>Mediocri</i>	Scadenti
<i>Condizioni di stabilità</i>			

Riempimento in terra di strutture complesse			
	Agenti meccanici	<i>Corrente</i>	Altro
Cause di dilavamento			

<i>Chiodatura</i>	
	<i>Assenza di danni</i> <i>Presenza di chiodi non più funzionali</i>

<i>Talee</i> (specie)	<i>Attecchimento</i> %	<i>Stato vegetativo</i>			Danni da selvaggina				
		Buono	Discreto	Scadente	morsi	scalzamenti	piegamenti	scortecciamenti	rottture
1									
2									
<i>Talee</i> (Specie)	Sviluppo				Stato fitosanitario				
	Lunghezza accrescimento		Lunghezza ricacci talee		clorosi	funghi	insetti		
1									
2									

Alberi e arbusti (specie)	<i>Attecchimento</i> %	<i>Stato vegetativo</i>			Danni da selvaggina				
		Buono	Discreto	Scadente	morsi	scalzamenti	piegamenti	scortecciamenti	rottture

<i>Alberi e arbusti</i> (Specie)	Sviluppo					Stato fitosanitario			
	Lunghezza accrescimento	Lunghezza ricacci			clorosi	funghi	insetti		
1									
2									

Presenza di vegetazione spontanea all'interno dell'opera				
Specie	copertura	Influenza sull'opera		
		Positiva	Ininfluyente	negativa

5. STATO DELL'OPERA

<i>Giudizio sintetico sulla funzionalità dell'opera</i>	<i>Buona</i>
	Discreta
	Mediocre

Necessità di manutenzione	No
	Entro 1 anno
	Entro 2-4 anni

Prossimo monitoraggio entro:

Osservazioni particolari:

6. PROPOSTE

--

Per quanto riguarda gli interventi di sistemazione di carattere “tradizionale e misto”, è stata predisposta una apposita scheda di rilevamento:

SCHEDA RILEVAMENTO DI CAMPAGNA FRANA ATTIVA OGGETTO DI SISTEMAZIONE	
INQUADRAMENTO AMM.VO	
	<ul style="list-style-type: none"> • Toponimo • Sottobacino • Comune/i • Coordinate utm/rer
INQUADRAMENTO STAZ.LE GEN.	
	<ul style="list-style-type: none"> • Geologia (sec. Rer) • Quota • Esp • Pend m • Perimetro • Ambito for (prov) • Attuale uso suolo
INQUADRAMENTO STORICO	
	<ul style="list-style-type: none"> • Uso suolo 54/77/03 • Epoca att/riattivazione • Raccolta dati ed info da progetti e studi • (dati geol, ecc.)
RILIEVO INTERVENTI REALIZZATI E CONDIZIONI DELLE OPERE	
	<ul style="list-style-type: none"> • Rimodellamento superficiale (tipo di profilo morfologico superficiale realizzato (concavo, convesso, irregolare, pendenza, ecc.) • Opere di reg. idraulica superficiale (fossi di guardia, di scolo, ecc) (disegno superficiale, sezione tipo, pendenza, profondità, distanza, supporti trasversali (brigliette, soglie) e di fondo (rivestimenti, ecc) • Opere di reg. idr, profonda (drenaggi, pozzi, ecc.) ubicazione, tipo, materiali, ecc. • Opere di ing.tradizionale (idraulica, edile, briglie, muri, gabbioni, ecc.) • Stato delle opere (giudizio sintetico, elementi puntuali ricorrenti, ecc.)
RILIEVO COPERTURA VEGETALE E FENOMENI EROSIVI IN ATTO	
	<ul style="list-style-type: none"> • %copertura erbacea • %copertura arbustiva • Specie prevalenti • Distribuzione (omogenea, a macchia, secondo pendenza, ecc.) • Erosione in atto (diffusa, rigagnoli, ecc.)

GIUDIZIO SU ATTUALE CONDIZIONE STABILITA'

Giudizio sintetico mediante consulenza di geologo in base a elementi rilevabili a stima oculare o mediante la presenza di strumentazione specifica (inclinometri, piezometri, ecc.)

L'analisi degli interventi ha permesso di caratterizzarne l'efficacia nei confronti degli obiettivi specifici di sistemazione, copertura vegetale, contenimento dei movimenti franosi e, per quanto riguarda l'ingegneria naturalistica, la risposta delle componenti "vive" e la necessità della manutenzione dei materiali. Infine, in appendice, una particolare attenzione è stata prestata nella descrizione dei fenomeni e della efficacia degli interventi realizzati in un caso studio: la frana di Ca di Malta, in cui sono stati sperimentati diverse soluzioni a confronto, sia per quanto riguarda l'utilizzo di tecniche e materiali di ingegneria naturalistica che di regimazione idraulica superficiale.

Capitolo 4 Elaborazioni e risultati

4.1 Analisi G.I.S. delle caratteristiche ambientali e del dissesto.

Il bacino idrografico del Fiume Reno comprende un territorio esteso su diversi sottobacini (Fig.1) secondo un assetto idraulico che nella zona appenninica ha subito relativamente poche modifiche nel corso del tempo. Lo stesso non si può dire per la parte di pianura, che è stata profondamente trasformata ed artificializzata da secoli.

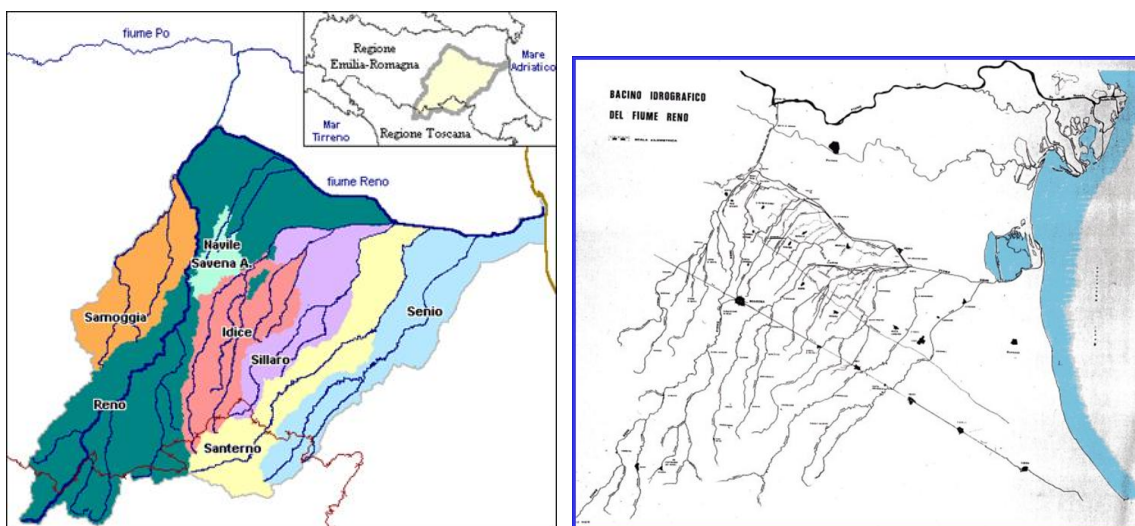


Fig. 1 Bacino (sn) e idrografia principale (dx) del Fiume Reno

Una prima analisi del territorio ha interessato il modello delle pendenze dell'area di studio, attraverso l'elaborazione del DEM (Digital Elevation Model). Analizzando nello specifico le basi cartografiche utilizzate per le elaborazioni sull'area di studio, si evidenziano l'inquadramento topografico su Carta Tecnica Regionale (fig. 3), la sovrapposizione con l'immagine Ortosat del 2003 (fig. 5) e la sovrapposizione con il volo storico del 1954 (fig. 4)

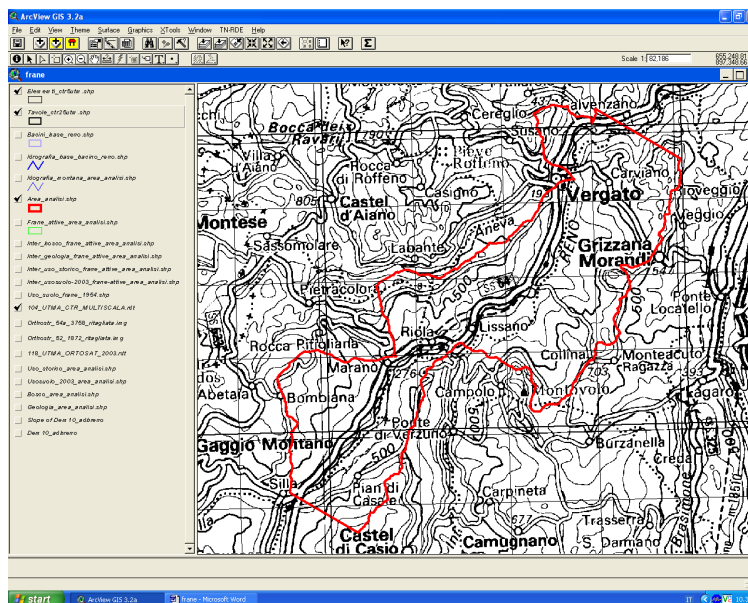


Fig. 3 Area di studio e cartografia tecnica della Regione Emilia-Romagna (scala 1:25.000)

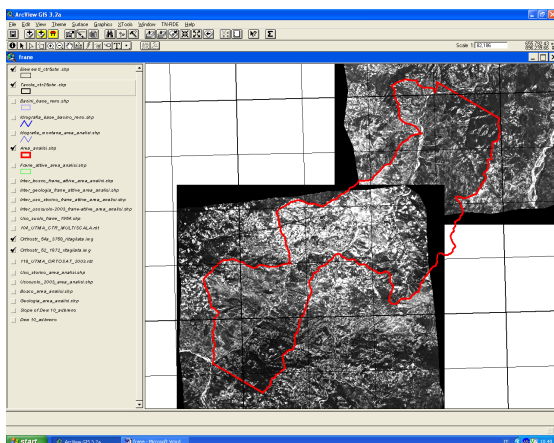


Fig. 4 Area di studio e volo aereo RF 1954.

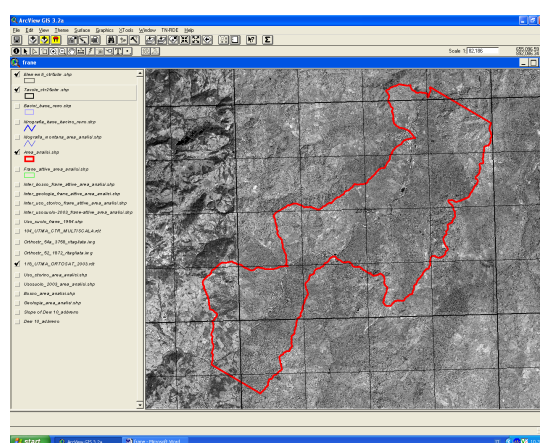
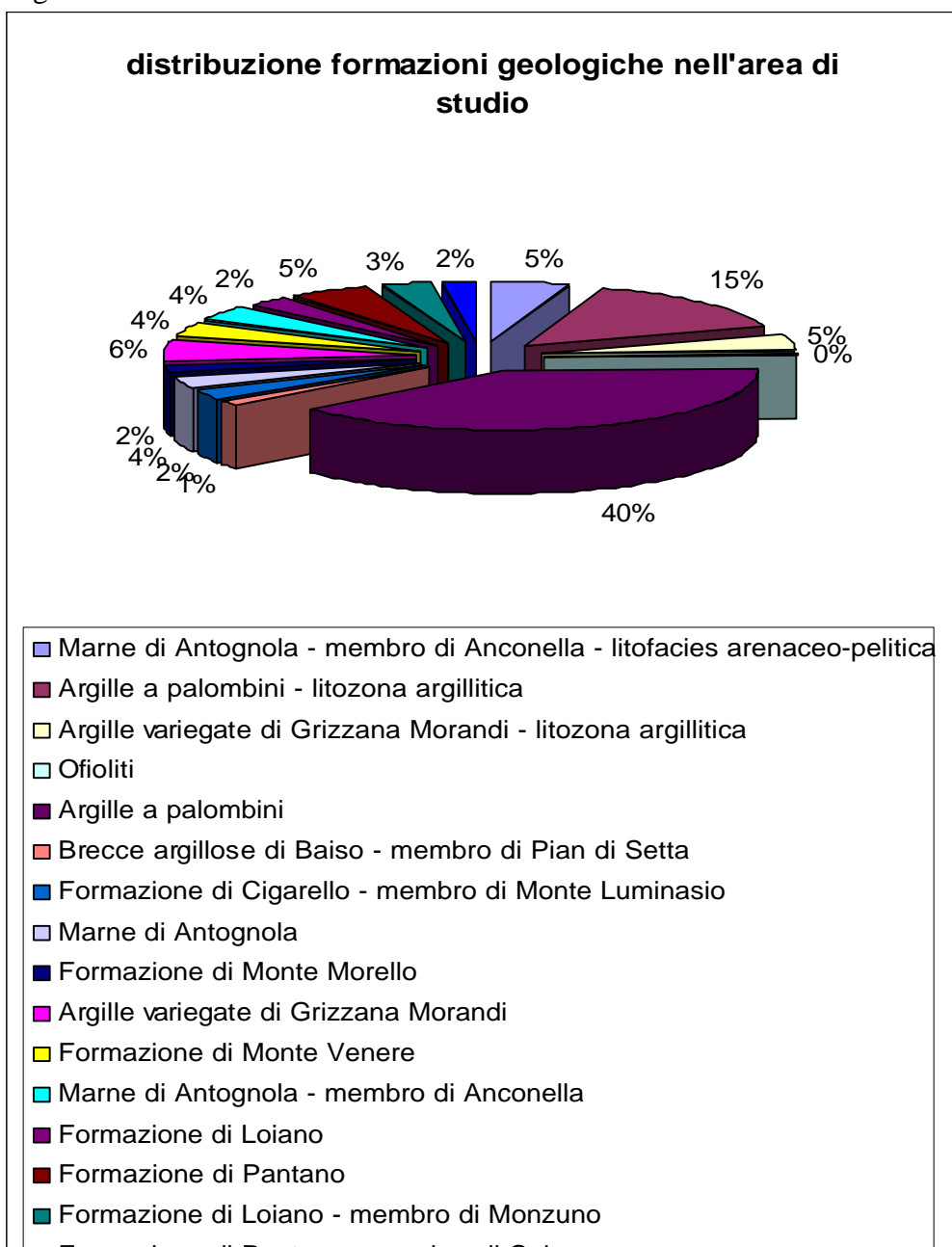


Fig. 5 Area di studio e immagine Ortosat 2003

Una prima caratterizzazione tematica elaborata mediante GIS riguarda la ripartizione e la caratterizzazione delle formazioni geologiche, evidenziate in fig. 7

Fig. 7



Risulta evidente l'ampia presenza di formazioni riconducibili alle rocce argillose. Una seconda caratterizzazione ha interessato la distribuzione tipologica delle formazioni forestali (rilievo 2005) secondo Corine Land Cover. I risultati delle analisi sono riportate in fig 9.

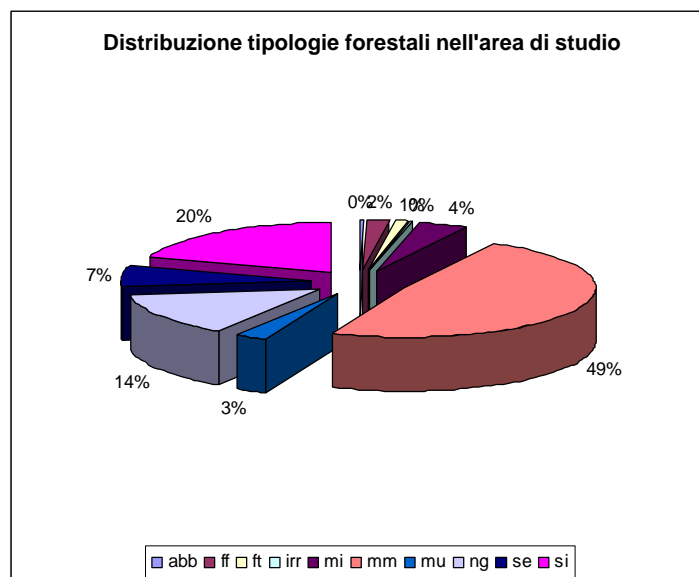


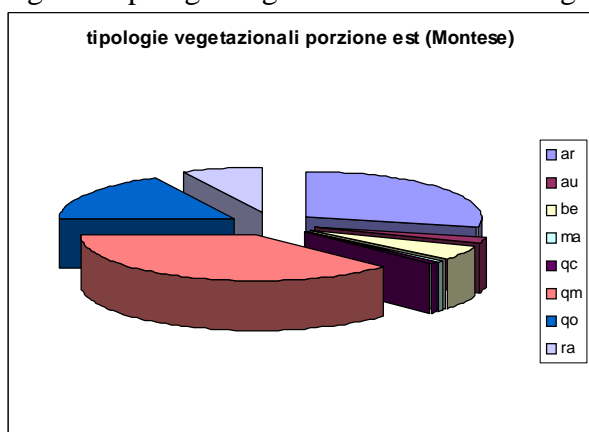
Fig. 9 Tipologie forestali nell'area di studio (2005)

Legenda

- Abb: Aree forestali in recente evoluzione
- Ff: fustaie
- Ft: Avviamenti alto fusto
- Irr., ng: Aree forestali in evoluzione (adulte)
- Mi, mm, se, si: ceduo invecchiato, a regime
- Mu: ceduo utilizzato di recente

In questo caso, oltre alla forte presenza del ceduo, si evidenzia che le categorie “non governato, irregolare ed aree forestali in recente evoluzione”, che a tutti gli effetti sono il risultato di abbandono di terreni di ex uso antropico (aree agricole, fasce perfluviali, ecc.), sono fortemente rappresentate nell'area (20%). Per quanto riguarda la caratterizzazione vegetazionale, è stato possibile elaborare i dati disponibili per la cartografia regionale della vegetazione del Parco Regionale di Monte Sole e del Comune di Montese, che coprono un campione rappresentativo di territorio esaminato (20%). La distribuzione dei tipi vegetazionali presenti è evidenziata in fig. 10 e 11. Per il dettaglio della legenda si rimanda al capitolo su materiali e metodi.

Fig. 10 Tipologie vegetazionali area di indagine, territorio del Comune di Montese, rilievo 2004



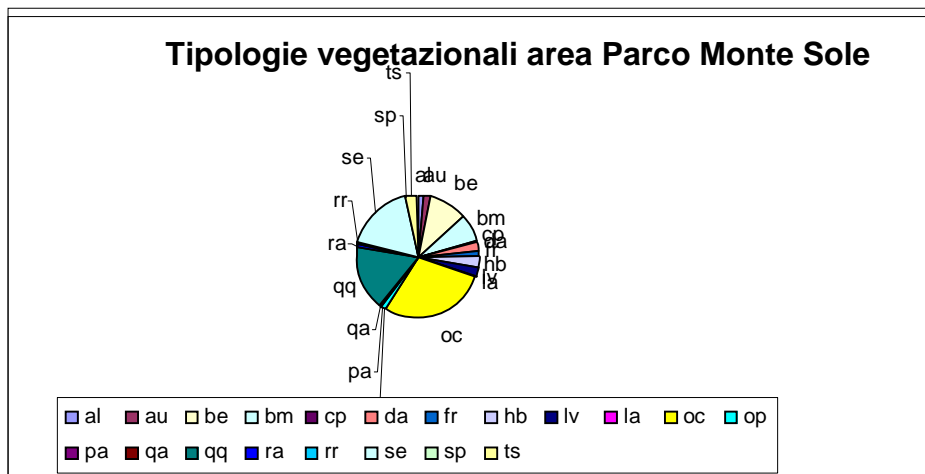


Fig. 11 Tipologie vegetazionali area di indagine, Parco Regionale Monte Sole, rilievo 2004

Legenda del figg. 10 e 11 (semplificata)

- Al alvei e greti
- Au aree urbane
- Be prati
- Bm bosco querce
- Cp pioppeti
- Da pascoli
- Fr frutteti
- Hb incolti
- La laghetti
- Ma incolti
- Oc bosco carpino
- Op bosco misto acidofilo
- Pa bosco igrofilo
- Qa querceti
- Qq querceti misti
- Qm querceti misti
- Qo boschi misti
- Ra rimboschimenti conifere
- Rr boschi robinia
- Se seminativi
- Sp saliceti
- Ts incolti

Ciò che emerge, sotto il profilo fitosociologico, è, da un lato, una evidenza ricchezza di tipi vegetazionali e dall'altro, una forte artificializzazione e pressione antropica sugli ambienti naturali.

La analisi GIS ha in seguito interessato l'elaborazione della cartografia tematica relativa all'uso del suolo 2003 (fig. 13) e all'uso storico del 1880 (fig.15).

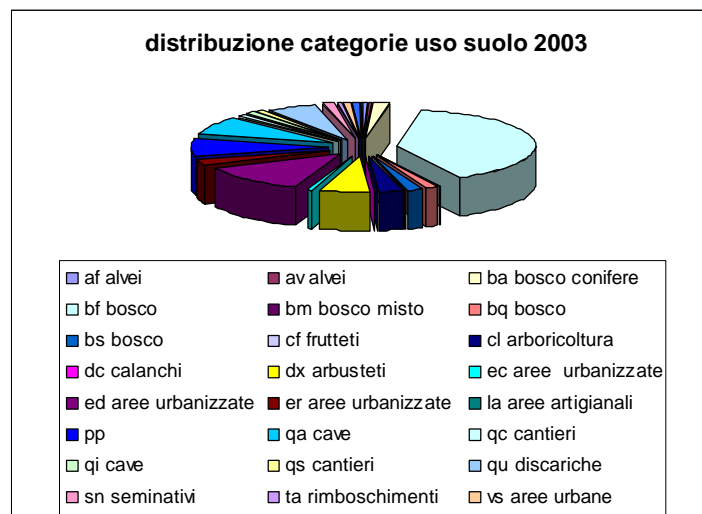


Fig. 13 Distribuzione dell'uso del suolo 2003 nell'area di studio (legenda semplificata)

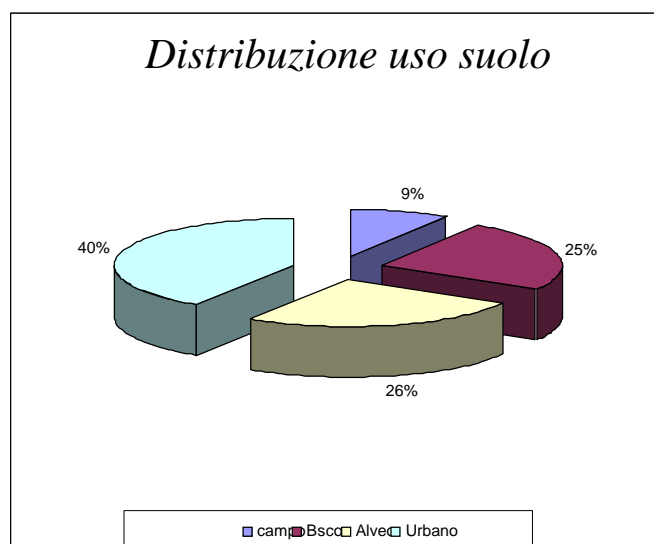


Fig. 15 Distribuzione uso suolo storico nell'area di analisi (1880)

L'elaborazione della carta del dissesto, e successivamente, nel dettaglio, l'analisi delle frane attive storiche, ha riportato risultati particolarmente significativi sia per quanto riguarda la distribuzione quantitativa che le tipologie presenti. Il dato quantitativo evidenzia che oltre il 70 dell'area è interessata da fenomeni di dissesto cartografati e distribuiti secondo le tipologie riportate in figura 17.

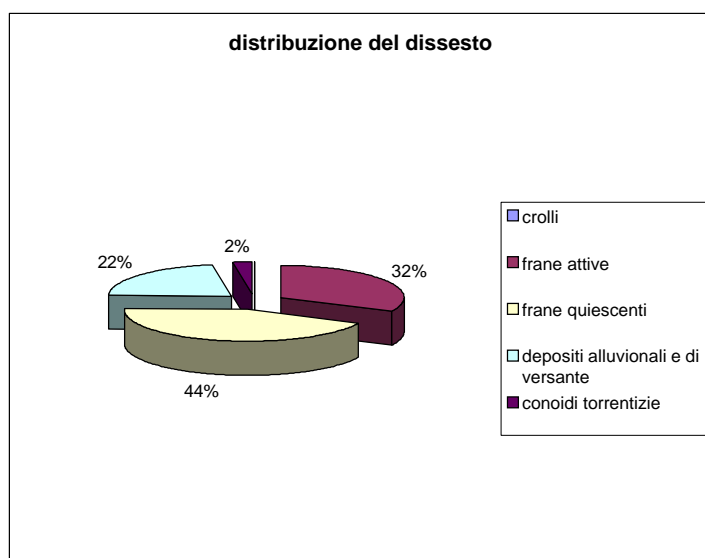


Fig. 17 Tipologie di dissesto cartografate nell'area in esame

Il proseguimento dell'indagine, anche in relazione alla estrema diffusione del dissesto, si è concentrato nella caratterizzazione e nell'elaborazione GIS delle aree classificate come frane attive, e censite come storiche dalla Autorità di Bacino del Reno. In figura 11bis sono riportate le immagini elaborate dall'Autorità di Bacino che individuano le frane storiche sul territorio del bacino del Reno; sulle frane "attive" e "storiche" è stato confrontato l'uso del suolo nei diversi periodi di riferimento (1880, 1954, 2003) (fig.20).

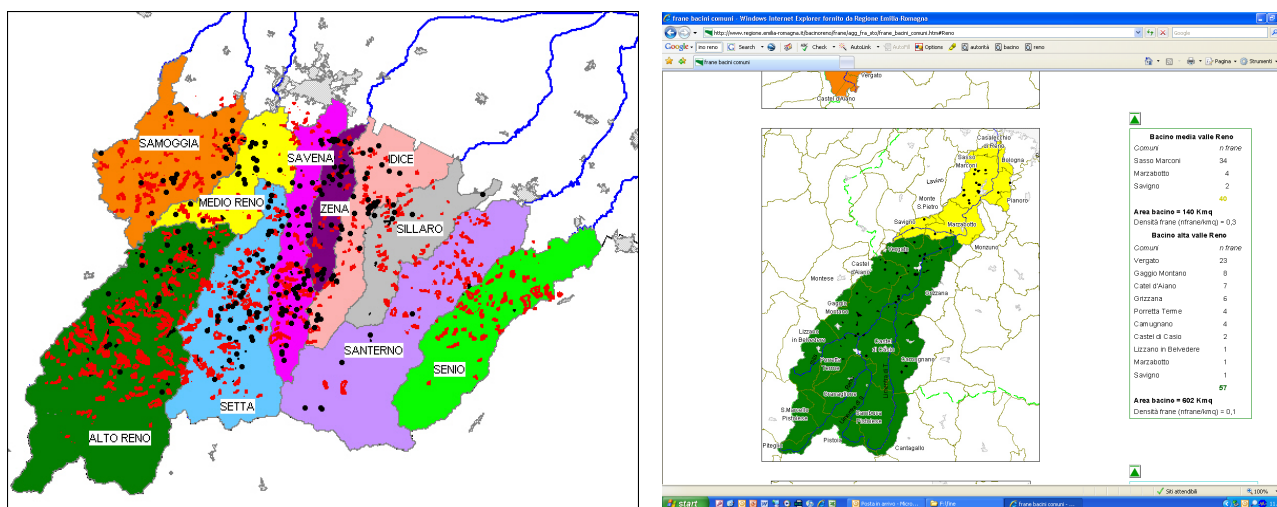


Fig. 11bis Frane storiche segnalate e cartografate nel bacino del Reno (sec. XV-1996) (sn) e aggiornamento, 1997-2004 (dx)

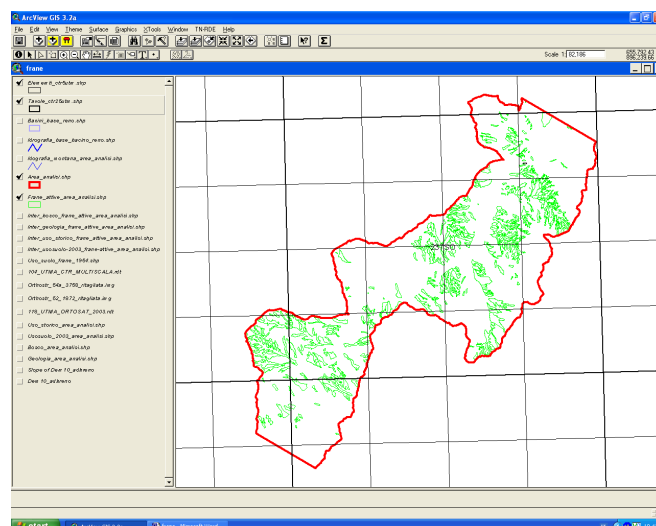


Fig. 20 Frane attive storiche cartografate nell'area di studio

L'elaborazione del confronto tematico tra frane attive storiche e i fattori stazionali ed antropici, ha interessato l'ultima parte della analisi, ed ha fornito risultati specifici particolarmente utili per caratterizzare il dissesto in relazione agli elementi considerati. Le frane interessano circa il 30% del territorio analizzato. L'ampiezza media dei singoli movimenti franosi (in tutto 317) risulta piuttosto ampia e si aggira attorno ai 36 ettari di superficie, anche se la distribuzione delle aree risulta assai varia: circa 130 frane risultano estese su di una superficie inferiore all'ettaro, circa 160 risultano comprese tra 1 e 10 ettari, e le restanti si estendono fino a raggiungere estensioni di 60 ettari. Anche il dato riguardante la lunghezza di ogni singola frana può risultare interessante ed anche in questo caso la variabilità è indicativa della complessità del fenomeno: si va da movimenti caratterizzati da estensioni longitudinali di poche decine di metri sino a colate che possono superare i 200 metri di estensione. Una prima caratterizzazione elaborata tramite GIS riguarda la distribuzione delle frane in relazione alla pendenza dei versanti. Nel 85% dei casi i movimenti sono concentrati nelle classi medie, comprese tra il 20 ed il 45% di pendenza, indubbiamente su versanti moderatamente impervi e morfologicamente omogenei. Per quanto riguarda la posizione orografica, il 70% delle frane riguarda settori prospicienti i fondovalle, il 20% riguarda medi versanti e soltanto il 10% interessa porzioni di versanti alti o crinali. L'esposizione varia in modo casuale e non risulta tra i fattori significativamente correlati al fenomeno. La classificazione delle frane, secondo formazione geologica, è riportata in fig.24. Risulta evidente la concentrazione dei fenomeni sulla componente litologica argillosa (90%).

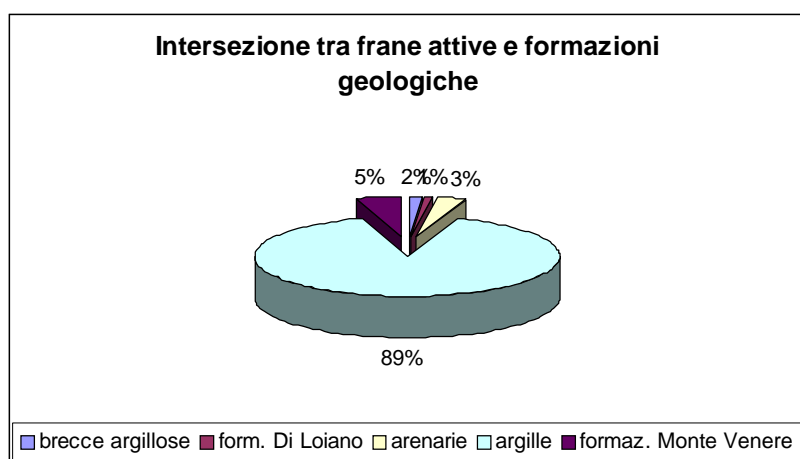


Fig. 24 Distribuzione frane attive su formazioni geologiche

La stessa analisi è stata realizzata rispetto alla attuale copertura forestale, ed è evidenziata in fig. 27.

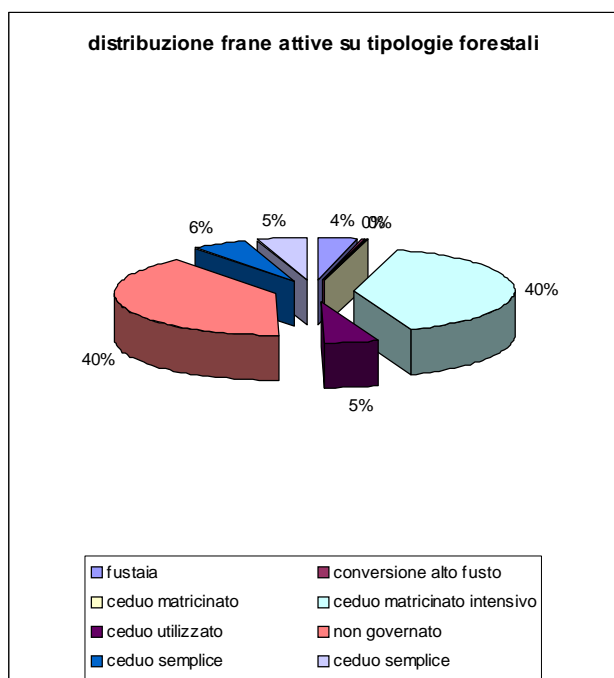


Fig. 27 Distribuzione frane attive su tipologie forestali

Il dato evidenzia una forte corrispondenza tra frane ed aree “non governate” cioè formazioni giovani in evoluzione, evidentemente fasi di successione vegetale su aree instabili.

L’analisi della distribuzione delle frane storiche rispetto alle tipologie di uso del suolo dell’area in esame, si articola in tre diversi momenti. Una prima elaborazione ha interessato la sovrapposizione con la cartografia regionale dell’uso del suolo riferita al 2003 (fig. 30)

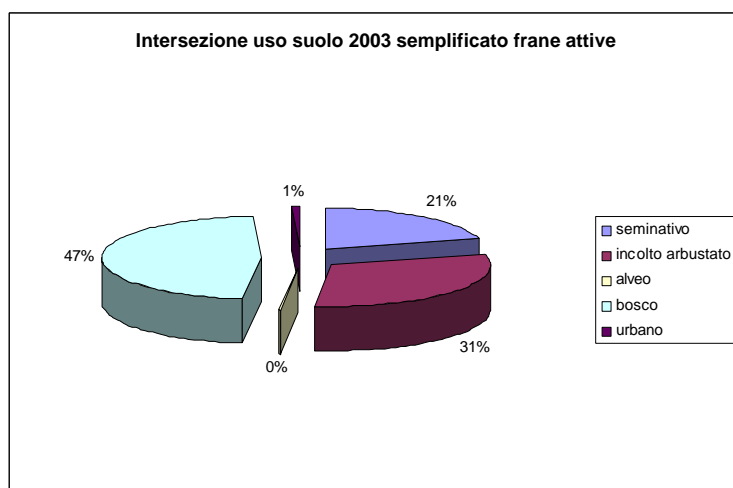


Fig. 30 Distribuzione frane attive storiche e tipologie semplificate uso suolo 2003

Il dato evidenzia una forte corrispondenza tra dissesto ed aree in evoluzione naturale (31%); anche i seminativi risultano ampiamente diffusi tra le zone classificate come frane attive (21%).

La caratterizzazione dell'uso del suolo del 1954 è stata realizzata direttamente con foto interpretazione delle aree in frana e le immagini aeree. I risultati sono evidenziati in fig.32 ed evidenziano come alle frane attive già all'epoca corrispondeva “abbandono” o comunque assenza di segni colturali (54%), anche se i seminativi erano ben rappresentati tra le aree in frana (28%)

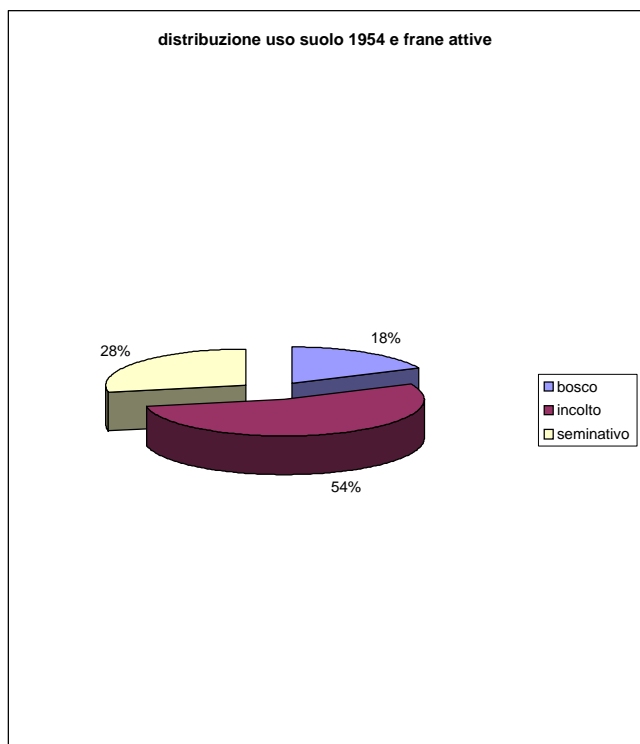


Fig. 32 Distribuzione frane attive storiche e tipologie uso del suolo 1954

L'ultima analisi riferita all'uso del suolo ha interessato la recente cartografica regionale dell'uso storico, riferita alla cartografia di fine '800. L'elaborazione tramite GIS ha evidenziato i risultati riportati in figura 35.

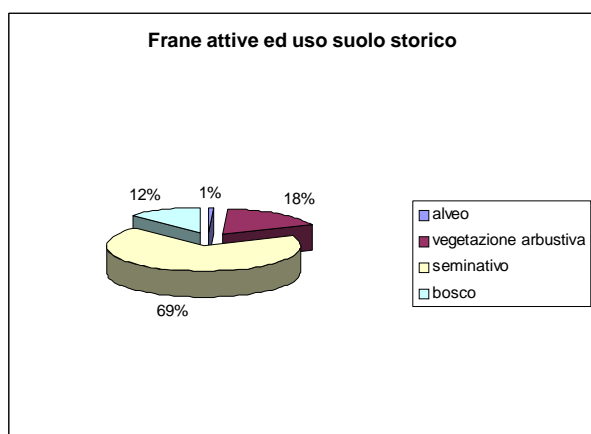


Fig. 35 Distribuzione frane attive su tipologie storiche dell'uso del suolo (1880)

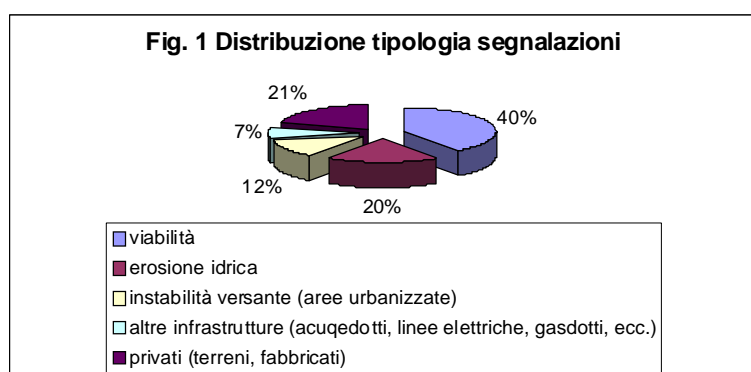
In questo caso, comunque influenzato dalla semplificazione della carta, risulta evidente una forte “pressione” antropica, con ampia diffusione di seminativi (70%) sulle aree in frana.

Il confronto tra la distribuzione delle frane nei diversi usi del suolo e soprattutto rispetto ai dinamismi ed alle variazioni nel tempo, offre indubbiamente motivi di interesse e riflessione. Alla fine dell’800, la maggior parte delle frane attive interessava seminativi (70%); il 18% interessava incolti e soltanto il 12% interessava il bosco. A dimostrazione di una forte pressione “agricola” anche su aree instabili. Nel 1954 la situazione si evolve, evidentemente in relazione ad un abbandono del territorio già in atto, ed oltre il 54% delle frane riguarda terreni incolti, mentre i coltivi passano dal 70% al 28% ed il bosco varia di poco. Nell’uso del suolo del 2003, raggruppando per semplificazione categorie simili, è interessante rilevare come quasi l’80% delle frane riguardi oramai bosco e incolto, mentre i seminativi in frana risultano ridotti al 21%, una cifra minore ma pur considerevole che merita attenzione nella gestione di queste aree. Altri dati interessanti di tipo “dinamico” che risultano dal confronto tra gli usi del suolo, riguardano le diminuzioni delle superfici di “alveo” e la graduale crescita delle categorie “bosco” ed “urbano”.

4.2 Analisi delle segnalazioni pervenute al STBR nel periodo 1991-2008

La seconda parte della ricerca ha interessato l’analisi dei dati dell’inventario delle segnalazioni di movimenti franosi connessi a dinamiche di versante (frane più o meno estese) o fluviali (erosioni spondali o di fondo comunque collegate a fenomeni di instabilità idrogeologica) pervenute al Servizio Tecnico Bacino Reno nel periodo 1991-2008. Si tratta in particolare di segnalazioni di fenomeni correlati ad eventi meteorici, sia per la durata che per l’intensità. Diversi modelli previsionali messi a punto negli ultimi anni da ARPA, Protezione Civile, Comunità Montane, mettono in relazione statisticamente il rischio di frane con eventi meteorici (pioggia, neve, sismi). Le segnalazioni pervenute al STBR provengono generalmente da altri Enti (Comuni, Comunità Montane, Consorzio di Bonifica, Parchi, ecc) ma possono pervenire anche direttamente da privati cittadini ed interessano situazioni di rischio di particolare entità, con interesse pubblico (infrastrutture, nuclei urbani, viabilità, ecc.)

Una prima caratterizzazione delle segnalazioni riguarda la quantità e la distribuzione dei fenomeni nel tempo: nel periodo studiato sono pervenute, per l’area in esame richieste per l’85% dei casi concentrate nei periodi primaverile ed autunnale. Rispetto alle diverse categorie di fenomeni segnalati è possibile evidenziare la ripartizione riportata in fig.1. Le segnalazioni classificate come erosione idrica riguardano comunque porzioni di territorio antropizzate: in genere viabilità che si



sviluppa parallela ai corsi d’acqua nei fondovalle. Sommando le due voci viabilità di versante ed erosione idrica si evidenzia come i fenomeni di dissesto siano strettamente correlati alla rete viaria che spesso contribuisce, con tagli di versante, a creare linee di fragilità e di disordine idraulico. Rispetto alle diverse tipologie di dissesto, si evidenzia come la maggior parte dei fenomeni interessi in realtà movimenti di versante più o meno estesi.



Erosione spondale (Sasso M.)



Frana di Bargi (Camugnano)



La frana di Grecchia (Gaggio M.)



Frana di crollo su strada provinciale (Loiano)



Modesto smottamento su terreno agricolo; i fenomeni che non rivestono interesse pubblico non rientrano tra quelli censiti (sn); difesa stradale con sperimentazione di posa reti paravalanghe (dx)



Un dato interessante che emerge dal confronto tra la posizione delle segnalazioni e la conformazione geo-litologica del territorio, si evince dalla sovrapposizione dei due temi. Una forte percentuale di fenomeni segnalati (>80%) è ubicata in prossimità di linee di contatto tra diverse formazioni, a diverso grado di permeabilità.

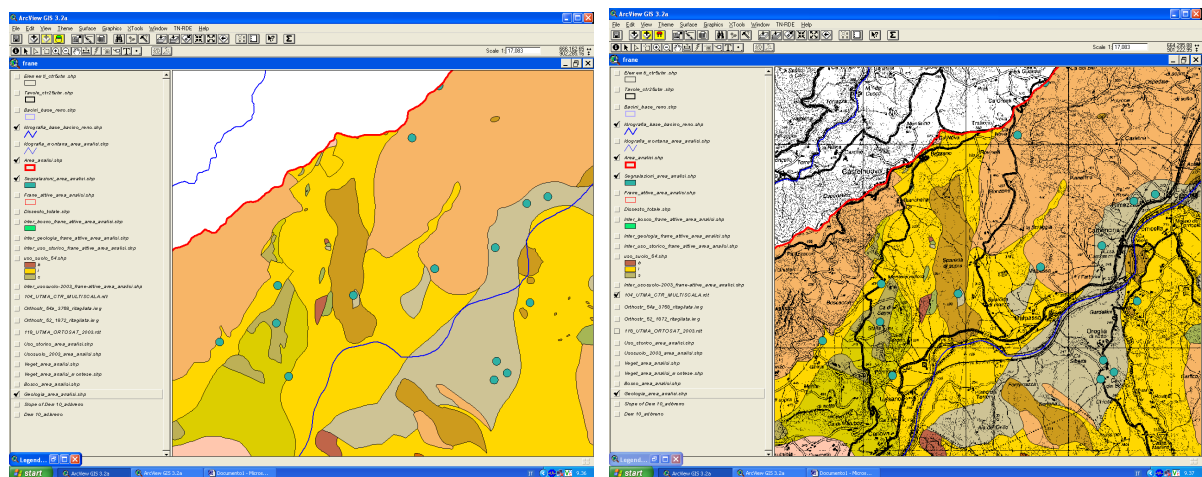


Fig. 4 Formazioni geologiche e ubicazione delle segnalazioni (stralcio): si noti la corrispondenza tra pallini azzurri e linee di cambio di formazione geologica

Analizzando in dettaglio la posizione delle segnalazioni e semplificando lo schema delle litologie presenti, si evidenzia la generale appartenenza dei fenomeni alla natura instabile delle argille. Oltre l'80% dei casi riguarda litologie argillose in prossimità di contatto (a monte) con formazioni più permeabili.



Frane su litologia sabbioso arenacea (sn) e marnoso arenacea (dx)

Rispetto al bosco ed alla localizzazione delle segnalazioni, da un confronto tra la carta forestale è possibile rilevare una scarsa corrispondenza tra i due temi: soltanto il 7% delle segnalazioni riguarda aree boscate ed in particolare margini di contatto tra bosco ed altre forme di paesaggio (campo, strada, nuclei urbani, ecc.). In fig. 7 è riportato uno stralcio di esempio di sovrapposizione tra i due temi. Sovrapponendo poi le aree oggetto di taglio selvicolturale di utilizzo del ceduo (informazione dedotta dagli archivi della Comunità Montana) nel periodo in esame, è possibile rilevare scarsa corrispondenza tra taglio del bosco e segnalazioni.

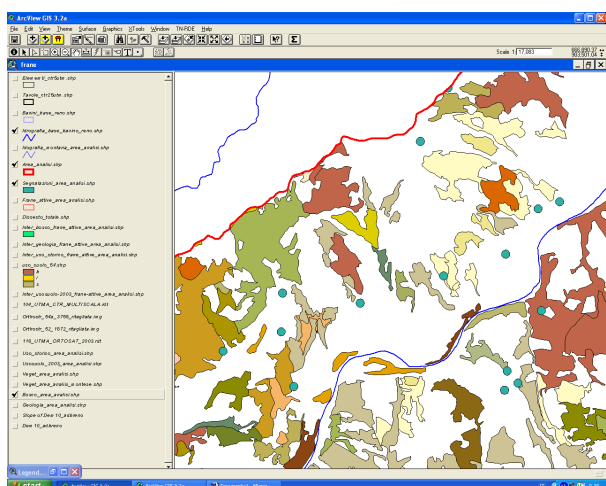


Fig. 7 Sovrapposizione bosco e segnalazioni



Frana su recente utilizzazione del bosco ceduo

Nello specifico di altri usi del suolo, si evidenzia una buona corrispondenza tra segnalazioni e campo, sia in esercizio (seminativi) che in abbandono (ex coltivi). Oltre l'80% delle segnalazioni è ubicato in prossimità di tali usi anche in relazione dell'ampia diffusione dei campi nell'area in oggetto. La sovrapposizione tra segnalazioni e carta del dissesto è evidenziata in fig. 8 e 9, rispettivamente per l'incrocio con il dissesto riportato in senso globale e nello specifico con le aree classificate come frane attive:

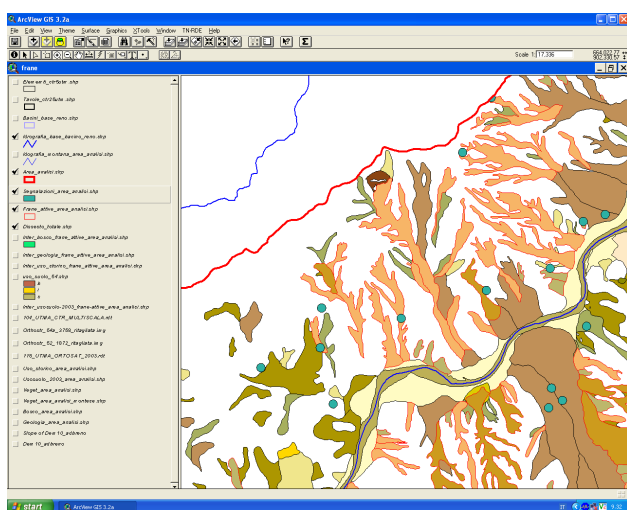


Fig. 8 Sovrapposizione segnalazioni e dissesto

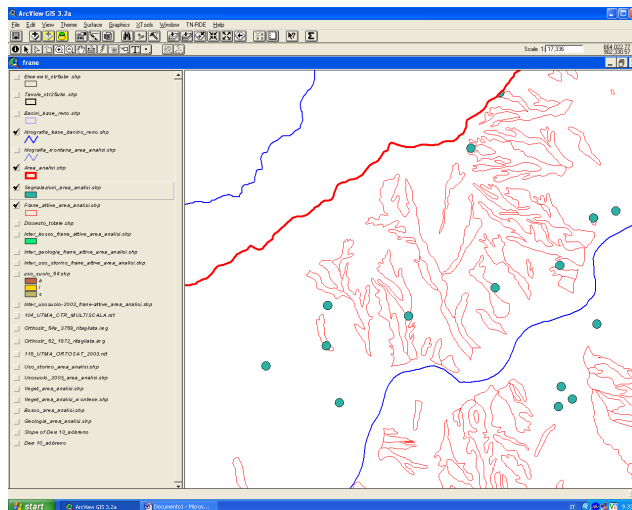


Fig. 9 Sovrapposizione segnalazioni e frane attive

In generale l'80% delle segnalazioni riguarda pertanto aree già classificate a livello regionale come zone a dissesto idrogeologico (fig. 10)

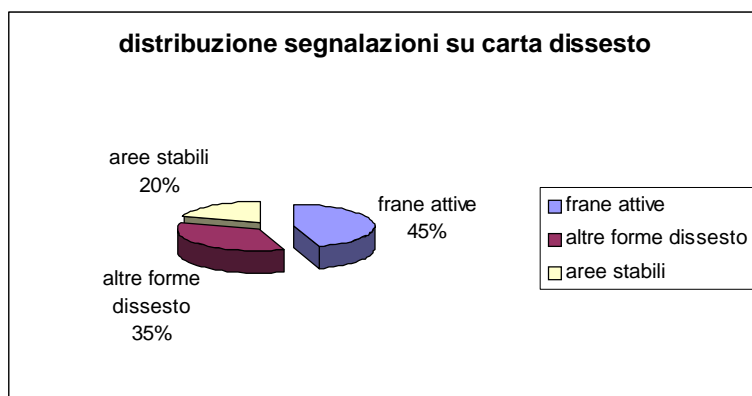


Fig. 10



Sistemazione della frana di Rocca Pitigliana: interventi tradizionali di ingegneria idraulica (briglie) combinati con tecniche di bioingegneria (palificate rinverdate e idroseminali) (sn)

Sistemazione della frana di Silla: tecniche tradizionali (sistemazioni idrauliche superficiali, rimodellamento e realizzazione pozzi drenanti) (dx)

Di tutte le segnalazioni analizzate il 20% è stata oggetto di finanziamento pubblico con fondi vari direttamente collegati al settore difesa del suolo e protezione civile, con conseguente intervento di sistemazione. Nell'ambito delle segnalazioni sono compresi quattro importanti movimenti franosi avvenuti nel periodo 1994-1996 nell'area in esame:

- la frana di Marano
- la frana di Ca di Malta
- la frana di Ca dei Ricci
- la frana di Rocca Pitigliana

Per quanto riguarda le segnalazioni finanziate, nel 95% dei casi si è intervenuto con soluzioni progettuali tipiche delle sistemazioni tradizionali: difese in gabbioni, pali in cemento armato, scogliere, drenaggi, pozzi drenanti, rimodellamento del terreno, ecc. accompagnate da opere idrauliche di regimazione superficiale (fossi, cunette, briglie, ecc.). Nel restante 5% dei casi si è intervenuto con tecniche di ingegneria naturalistica: palizzate e palificate rinverdate, fascinate, grate vive, scogliere rinverdate, idrosemine, semine e piantagioni dirette di talee ed arbusti radicati. (figure 11). Di tali interventi si entrerà nello specifico nei prossimi capitoli.

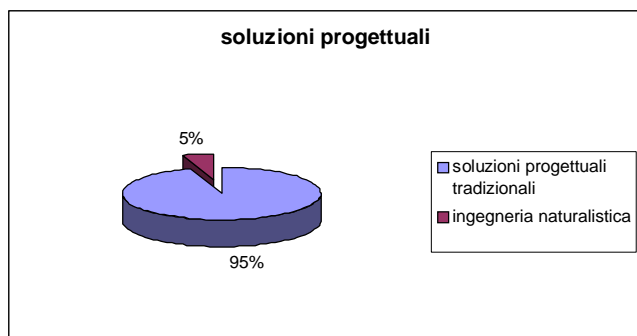


Fig. 11



La frana di Marano



La frana di Ca dei Ricci



La frana di Ca di Malta



La frana di Rocca Pitigliana

4.3 Analisi delle dinamiche dell'abbandono dei coltivi

Dalle prime analisi del 1991, effettuate nel territorio riportato in fig 1, in totale sono state rilevate 89 aree ex agricole in abbandono (27 in destra e 62 in sinistra idrografica di bacino Reno), di estensione totale riferibile al 17% della superficie agricola presente. Dall'analisi delle foto aeree, l'abbandono risultava concentrato nel periodo compreso nel ventennio 1950-1976. In tabella 1 sono riportati due stralci di matrice del rilievo effettuato su queste aree nel 1991 relativo a 21 ex coltivi in sinistra Reno (tesi Coliva, 1992) e a 10 in destra Reno (tesi Lenzi, 1991). La legenda delle tabelle è quella riportata in figura 1 del capitolo 3.

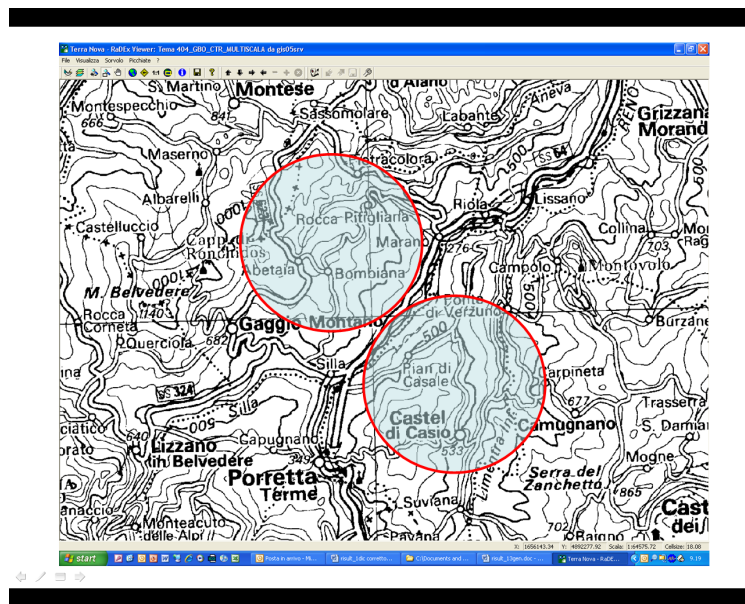


Fig. 1 Aree di analisi dell'abbandono, 1991 (rilievi ripetuti 2008)

Area n.o	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																												
Quota in m. s.l.m.	380	440	460	380	410	420	375	375	370	370																																																												
Esposizione	6	7	6	6	7	7	6	7	8	7																																																												
Pendenza	1	2	2	2	1	1	2	1	1	2																																																												
Profondità del suolo	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2																																																												
Posizione fisiografica	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4																																																												
Rocciosità	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1																																																												
Pietrosità	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																																												
Erosione	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																																												
Accessibilità	1	1	2	1	1	1	2	2	2	1																																																												
Visibilità	6	6	4	2	3	3	4	4	4	5																																																												
Substrato geotitologico	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																																												
Spp. erbacee:	<table><tr><td>80</td><td>80</td><td>80</td><td>80</td><td>80</td><td>80</td><td>80</td><td>80</td><td>80</td><td>80</td><td>80</td></tr><tr><td>81</td><td>81</td><td>81</td><td>81</td><td>81</td><td>81</td><td>81</td><td>81</td><td>81</td><td>81</td><td>81</td></tr><tr><td>82</td><td>82</td><td>82</td><td>83</td><td>83</td><td>83</td><td>85</td><td>84</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>										80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	82	82	82	83	83	83	85	84																														
80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80																																																												
81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81																																																												
82	82	82	83	83	83	85	84																																																															
Grado di copertura totale	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4																																																												
Spp. arbustive:	<table><tr><td>66</td><td>65</td><td>65</td><td>66</td><td>65</td><td>65</td><td>67</td><td>65</td><td>65</td><td>68</td></tr><tr><td>65</td><td>68</td><td>66</td><td>67</td><td>66</td><td>66</td><td>65</td><td>67</td><td>66</td><td>65</td></tr><tr><td>49</td><td>72</td><td>67</td><td>65</td><td>66</td><td>66</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>68</td><td>67</td><td>68</td><td>72</td><td></td><td>68</td><td></td><td></td><td></td><td>67</td></tr><tr><td>72</td><td></td><td>72</td><td>68</td><td></td><td>72</td><td></td><td></td><td></td><td>49</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>49</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>										66	65	65	66	65	65	67	65	65	68	65	68	66	67	66	66	65	67	66	65	49	72	67	65	66	66					68	67	68	72		68				67	72		72	68		72				49							49			
66	65	65	66	65	65	67	65	65	68																																																													
65	68	66	67	66	66	65	67	66	65																																																													
49	72	67	65	66	66																																																																	
68	67	68	72		68				67																																																													
72		72	68		72				49																																																													
						49																																																																
Grado di copertura totale	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2																																																												
Spp. arboree:	<table><tr><td>20</td><td>70</td><td>70</td><td>70</td><td>70</td><td>70</td><td>70</td><td>55</td><td>55</td><td>70</td></tr><tr><td>57</td><td>59</td><td>59</td><td>55</td><td>47</td><td>47</td><td>20</td><td>42</td><td>42</td><td>55</td></tr><tr><td>55</td><td>56</td><td>57</td><td>20</td><td>55</td><td>55</td><td>55</td><td>20</td><td>20</td><td>42</td></tr><tr><td>59</td><td>57</td><td>20</td><td>59</td><td>48</td><td>48</td><td>39</td><td>70</td><td>70</td><td>20</td></tr><tr><td>47</td><td>55</td><td>55</td><td></td><td>56</td><td>56</td><td>47</td><td></td><td></td><td>59</td></tr></table>										20	70	70	70	70	70	70	55	55	70	57	59	59	55	47	47	20	42	42	55	55	56	57	20	55	55	55	20	20	42	59	57	20	59	48	48	39	70	70	20	47	55	55		56	56	47			59										
20	70	70	70	70	70	70	55	55	70																																																													
57	59	59	55	47	47	20	42	42	55																																																													
55	56	57	20	55	55	55	20	20	42																																																													
59	57	20	59	48	48	39	70	70	20																																																													
47	55	55		56	56	47			59																																																													
Grado di copertura totale	1	3	2	3	2	2	2	2	2	2																																																												
Caratteristiche proprietario	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2																																																												
Gestione	1	1	1	2	1	1	3	2	2	1																																																												
Caratteristiche appezzamento	3	3	3	2	3	3	2	2	1	3																																																												
Dimensioni	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2																																																												
Sup. stimata su C.T.R. in Ha.	0.89	9.50	2.50	1.30	3.80	3.00	21.25	7.25	3.00	3.00																																																												

Tab.1 Matrici delle caratteristiche delle aree in abbandono rilevate nel 1991 (sn. Reno e dx. Reno)



Abbandono e dissesto in destra Reno (Castel di Casio) ed in sinistra (Gaggio Montano)

Il 70% delle aree rilevate risulta di ampiezza inferiore ai due ettari (fig.2) con una distribuzione localizzata all'80% su suoli di matrice argillosa (fig.3).

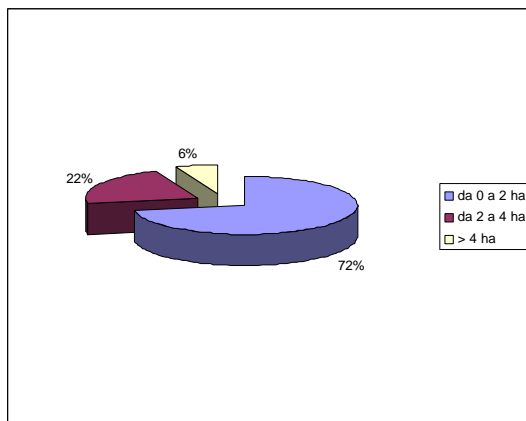


Fig.2 Distribuzione delle ampiezze delle aree

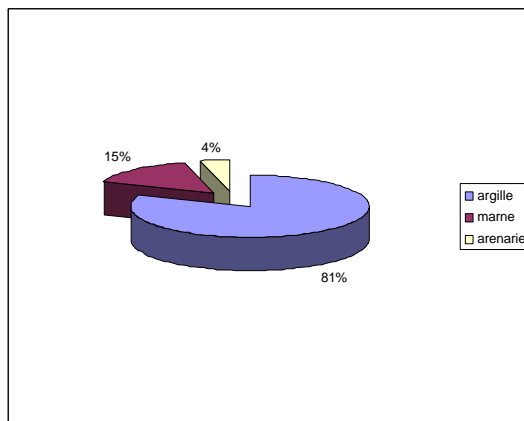


Fig.3 Distribuzione delle aree secondo la matrice pedologica

Il 30% delle aree, dai risultati del 1991, presentava sintomi di dissesto idrogeologico: in prevalenza smottamenti localizzati, erosione per rigagnoli ed erosione diffusa superficiale (fig.4)

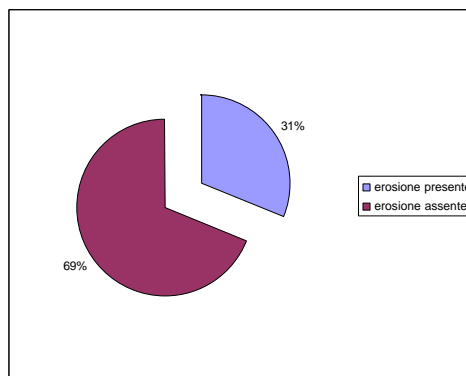


Fig. 4 Distribuzione fenomeni erosivi nelle aree rilevate 1991

Trattandosi di ex coltivi la distribuzione delle pendenze è fortemente concentrata sulla classe a minore acclività, con valori compresi al di sotto del 25% anche se una discreta quantità di superficie si localizza nella classe successiva (25-60%) a dimostrazione di una attività agro-zootecnica spinta in passato anche su campi acclivi (fig.5).

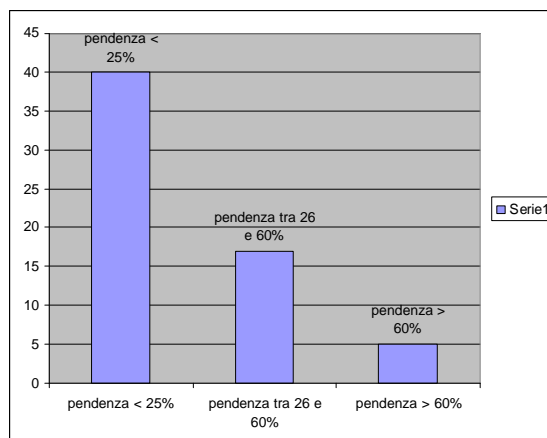


Fig. 5 Distribuzione delle pendenze dei coltivi in abbandono, 1991

Per quanto riguarda altri fattori stazionali significativi, si riportano alcuni grafici relativi alla distribuzione delle quote (fig.6), dell'esposizione (fig.7) e dell'accessibilità agli appezzamenti, rilevato secondo la distanza a vie percorribili da mezzi agricoli (carrarecce, piste, ecc.) (fig.8)

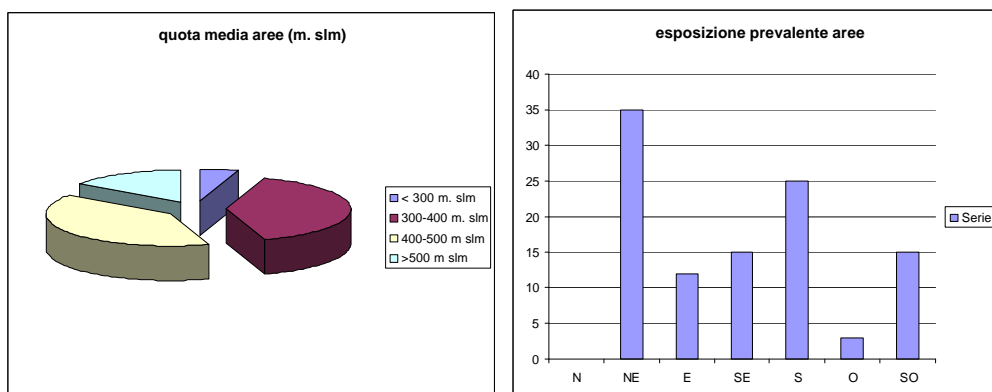


Fig.6 Distribuzione delle quote delle aree in abbandono

Fig.7 Distribuzione delle esposizioni prevalenti delle aree in abbandono

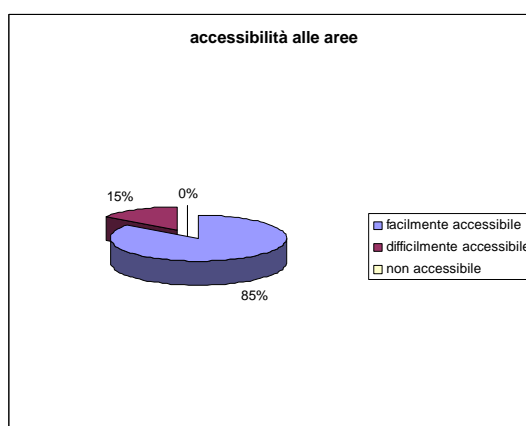
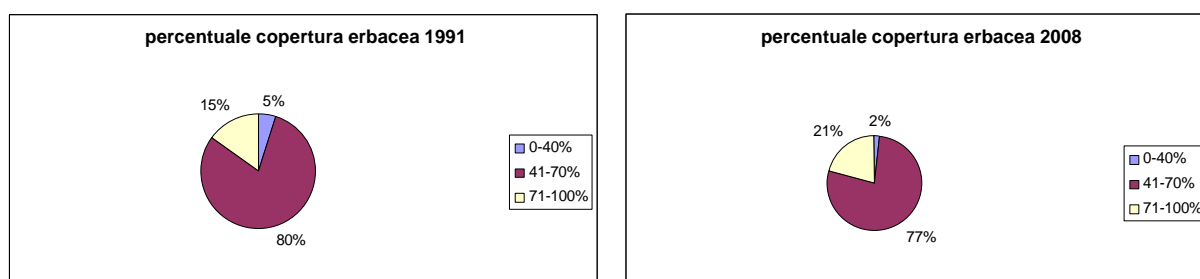


Fig.8 grado di accessibilità alle aree

L'analisi non ha rilevato correlazioni significative tra epoca di abbandono ed presenza di erosione; i processi erosivi sono risultati invece correlati a due fattori morfologici stazionali: la pendenza e la conformazione dei campi ad impluvio (concavità). In particolare quando la pendenza degli ex coltivi risulta maggiore del 30% sono presenti nel 75% dei casi fenomeni erosivi (erosione diffusa andante e per rigagnoli). Anche la conformazione ad impluvio risulta un fattore che accompagna l'erosione: il 65% delle aree in erosione risulta morfologicamente impluviante, a testimonianza di come i processi erosivi siano spesso direttamente correlati alla circolazione idrica superficiale. La ripetizione dei rilievi, a distanza di 15 anni, ha confermato i dati precedenti, con un aumento comunque poco significativo delle aree soggette a fenomeni di dissesto (da 31 a 39). In relazione alle dinamiche di insediamento della vegetazione spontanea si individua una netta corrispondenza tra la percentuale di copertura erbacea ed arbustiva e l'epoca di abbandono. Non si è potuto constatare lo stesso fenomeno nei confronti delle specie arboree, le cui dinamiche insediative sia nel tempo che nello spazio, in relazione all'epoca di abbandono, appaiono alquanto più lente e discontinue. In fig. 10 e 11 si riportano le percentuali di copertura erbacea nei due periodi rilevati. Nel 2008 risulta comunque un aumento della superficie delle aree ad elevata e media copertura erbacea rispetto al periodo precedente.



Figg.10 e 11

La ripetizione dei rilievi sulla vegetazione nel 2008, finalizzata a valutare nello specifico la variazione della copertura sulle aree abbandonate, con particolare riferimento ad alberi ed arbusti e valutata sia mediante fotointerpretazione che rilievi di campagna, ha evidenziato i risultati riportati in fig.12. La copertura non subisce variazioni nel 70% della superficie mentre nel restante 30% aumenta di una o due classi, a dimostrazione di dinamiche vegetazionali spesso piuttosto lente.

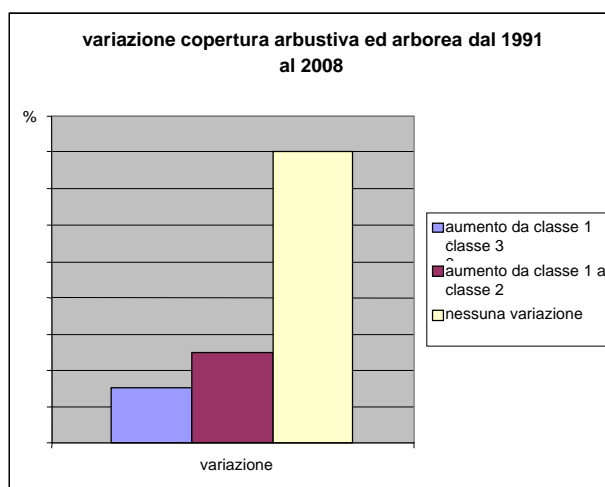


Fig. 12

Le dinamiche di insediamento degli arbusti appaiono nel 70% dei casi seguire un andamento colonizzativo a "macchie", composte quasi sempre da una unica specie o da una specie prevalente al 90% con coperture del suolo estese da 2 fino ai 10-15 metri quadri. La distribuzione delle specie

all'interno delle aree dipende inoltre in modo preponderante dal sistema di dispersione del seme, soprattutto per le arboree: la dispersione a caduta o tramite deiezioni della fauna, in genere di semi "pesanti" (rosa canina, querce, ciliegi, prugnoli, rovi, ecc.) si sviluppa al 90% dei casi secondo un gradiente che decresce allontanandosi dai margini boscati o dai nuclei di diffusione (piante adulte isolate). (fig. 13). La ripetizione dei rilievi nel 2008 ha confermato questo andamento.

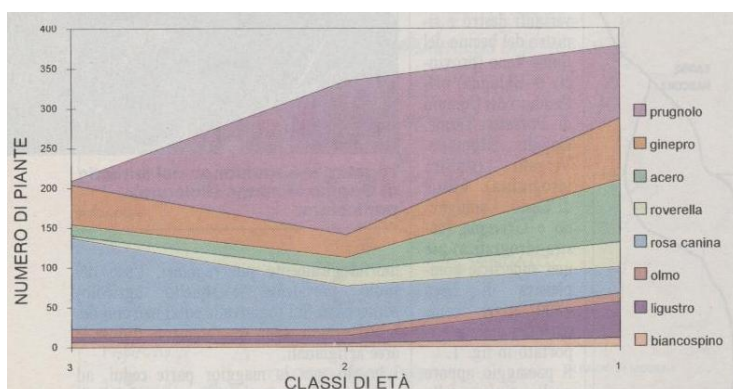
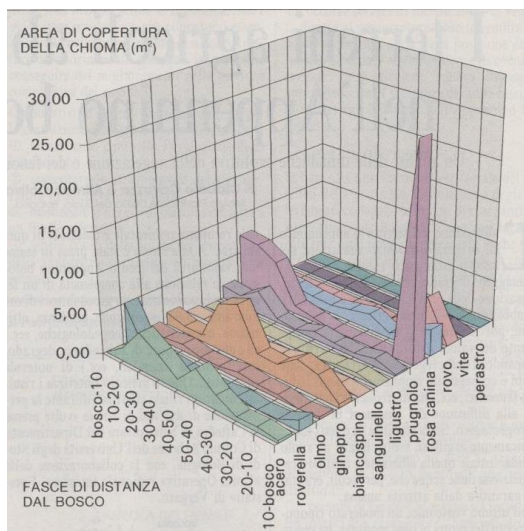


Fig.13 Distribuzione delle diverse specie in relazione alla distanza dal bosco;

Fig.14 Distribuzione di alcune specie per classi di età

In figura 14 è riportato un grafico di sintesi che per le specie più frequenti individua il numero di piante suddiviso per classi di età. E' da rilevare che non sempre all'aumento dell'età delle piantine corrisponde uno sviluppo di copertura del suolo proporzionale



Area in evoluzione oggetto del transetto riportato in fig. 15 (loc. Olmè, Marano)

Nel corso dei rilievi del 1991 sono stati effettuati alcuni transetti vegetazionali, su aree a diversa matrice pedologica, con lo scopo di evidenziare le dinamiche di distribuzione spaziale e qualitativa delle specie arboree ed arbustive. Il risultato dei rilievi ha confermato la presenza di diverse dinamiche insediative, correlate probabilmente anche alla matrice pedologica: in fig.15 si riporta una porzione di transetto in cui si evidenzia una distribuzione omogenea per singole specie, spazialmente distribuita secondo uno schema macchia-radura e rilevato su suolo marnoso.

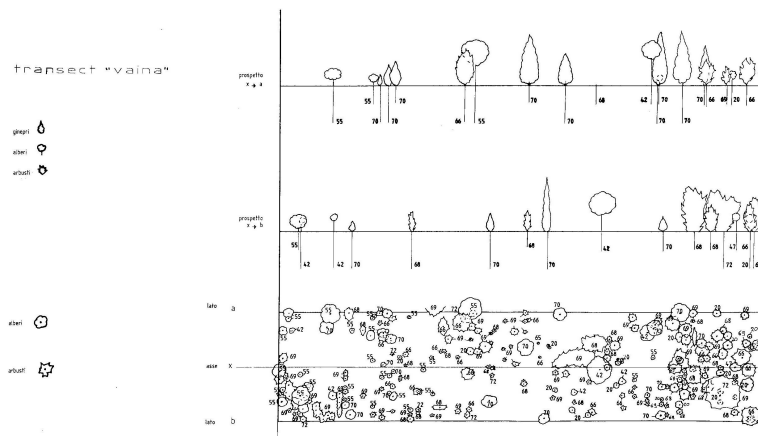


Fig.15 Transect vegetazionale su matrice pedologica marnoso-sabbiosa (stralcio)

In figura 16 si evidenzia una distribuzione fortemente concentrata secondo uno schema a macchie ampie costituite da specie singole (spesso rovo, rosa canina, sanguinello, ginestra odorosa) a formare nuclei globosi più o meno ampi alternati a radure a copertura erbacea. Tali tipi sono più frequenti in aree con suoli a matrice argillosa.

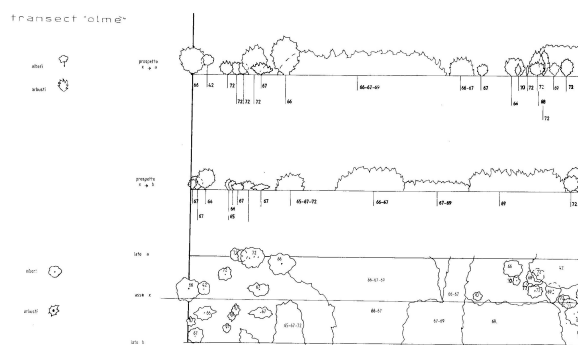


Fig.16 Transect vegetazione su matrice pedologica argillosa (stralcio)

In figura 17 si riporta una situazione intermedia in cui i due modelli coesistono

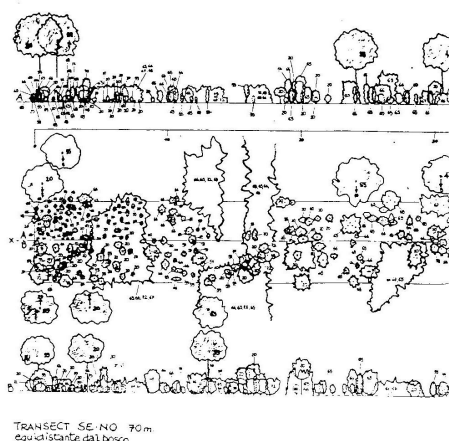


Fig.17 Transect vegetazionale su matrice argillosa (stralcio)

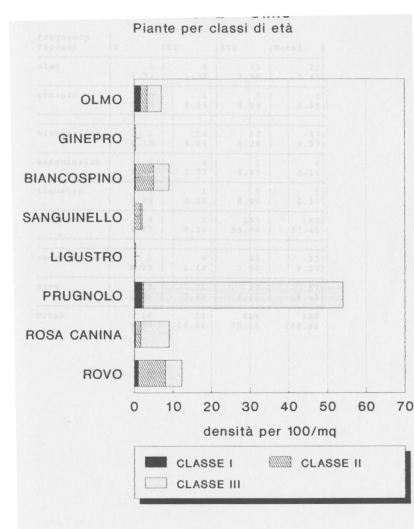
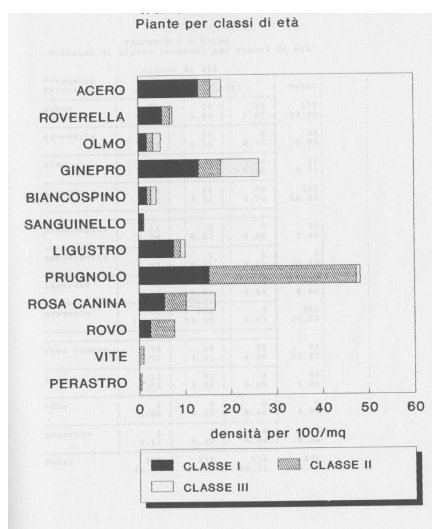


Località Piani (Gaggio M.), ex agricoli in abbandono da circa 20 anni (sn) e da circa 10 anni (dx)



Abbandono di pascoli in quota

In tabella 4 e 5 sono riassunte le specie arboree ed arbustive più frequenti, distribuite per classi di età, rilevate in sinistra ed in destra idraulica del bacino. La maggiore ricchezza di specie in sinistra Reno corrisponde all'esposizione più favorevole dei versanti



Tab.4 Specie e classi di età in sinistra Reno Tab.5 Specie e classi di età in destra Reno

In figura 18 si evidenzia la variazione di copertura arborea ed arbustiva suddivisa nel periodo 1991-2008 per matrici pedologiche. Nelle classi di copertura più basse si assiste ad un significativo ingresso di piantine per le aree argillose mentre sulle classi a copertura maggiore, la tendenza è più dinamica verso un progressivo aumento di copertura, a dimostrazione di una maggiore dinamicità evolutiva nelle aree a matrice marnosa, ed una maggiore lentezza sulle argille.

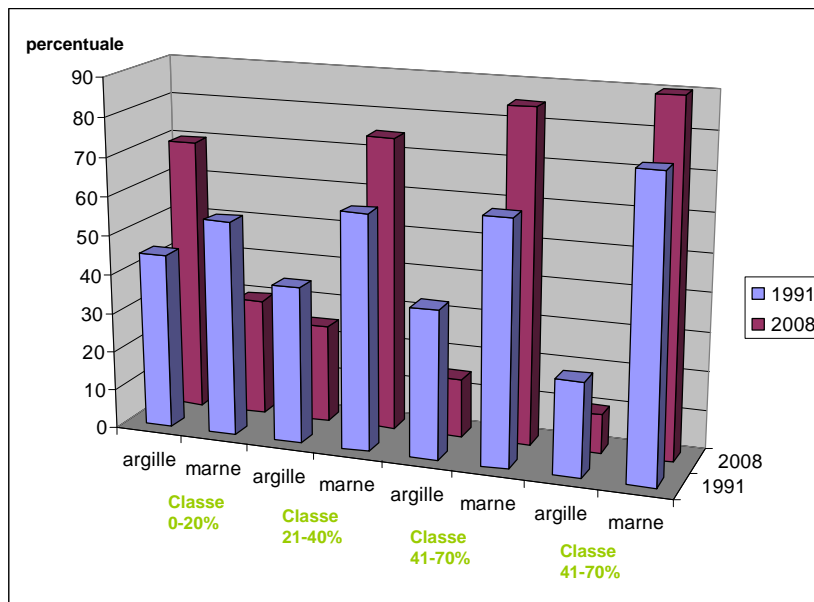


Fig.18

Entrando più nello specifico delle dinamiche erosive e di dissesto, è possibile evidenziare la ripartizione delle aree con dinamiche di erosione, rispetto alle caratteristiche del substrato ed in particolare, semplificando la caratterizzazione litologica, come riportato in fig.19 per il primo rilievo (1991) ed in fig.20 per il rilievo attuale (2008)

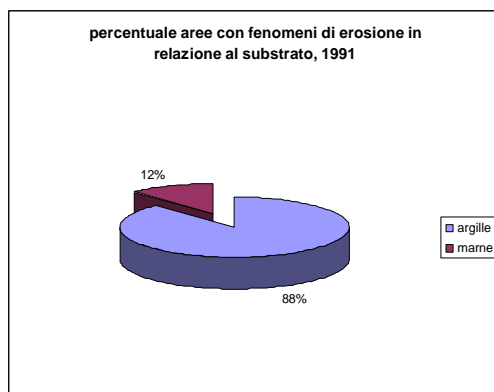


Fig. 19

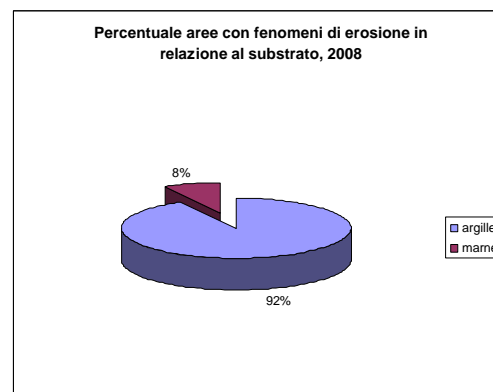


Fig. 20

Si rileva che a distanza di 15 anni, l'aumento percentuale delle aree in erosione interessa esclusivamente i substrati argillosi. Rispetto alle diverse tipologie di erosione rilevate, nel 2008 si evidenzia una più ampia distribuzione della tipologia dei fenomeni, come riportato in figura 21 e 22.

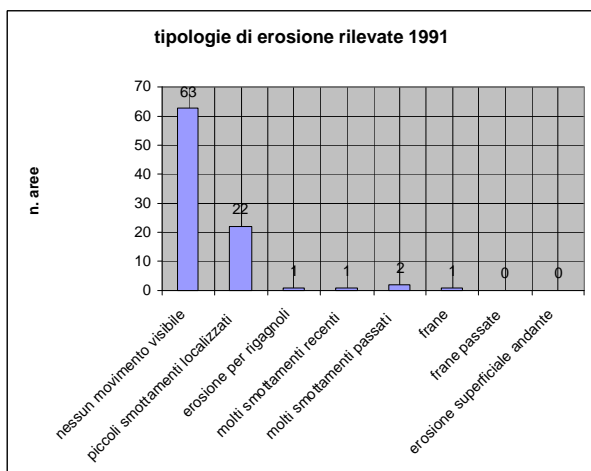


Fig. 21

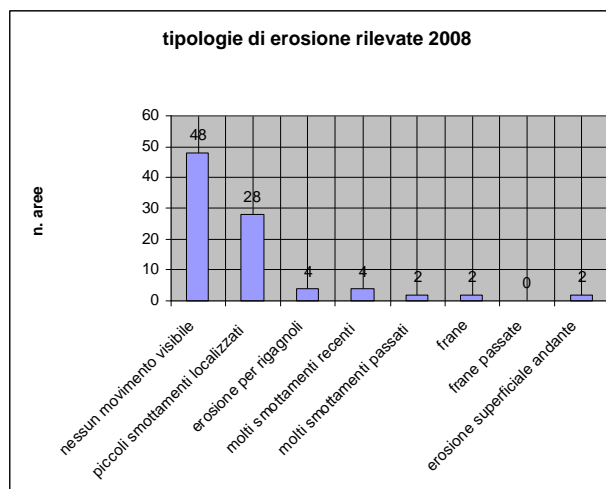


Fig. 22

Nelle due immagini seguenti, riferite ad ex agricoli abbandonati nello stesso periodo (circa 1955) è possibile osservare: a sinistra l'abbandono associato a frana attiva in area a litologia argillosa: lenta copertura erbacea ed erosione; a destra, in un'area a litologia marnosa, in assenza di instabilità, la colonizzazione arbustiva è in fase avanzata (l'immagine è relativa al transetto riportato in fig.15).



4.4 Analisi degli interventi di ingegneria naturalistica e di sistemazione idraulico forestale

Le opere rilevate secondo la scheda riportata in metodologia sono distribuite in modo concentrato su alcuni importanti movimenti franosi oggetto di sistemazione da parte del STBR negli ultimi 15 anni, a parte alcuni casi di interventi realizzati dalla Comunità Montana Alta e Media Valle del Reno essenzialmente al fine di consolidare scarpate stradali o più modeste instabilità di versante e fenomeni erosivi. Si tratta in genere di interventi progettati e realizzati in ambienti particolarmente difficili per caratteristiche del suolo (matrici pedologiche “povere”, su substrati minerali argillosi portati in superficie dai movimenti franosi) e tipologia della stazione (ambienti spesso sub-aridi caratterizzati da un periodo estivo siccitoso e molto caldo, e da un periodo autunno-invernale freddo e piovoso)

4.4.1 Principali tipologie di intervento di ingegneria naturalistica utilizzate nell’area ed analizzate

Gli interventi analizzati nell’area di studio, sono prevalentemente destinati alla stabilizzazione di versanti, sia attraverso interventi antierosivi, con la ricostruzione della copertura vegetale, sia per il consolidamento vero e proprio. (fig.1). In generale la ricostituzione della copertura vegetale è quasi sempre abbinata al consolidamento di versante, come seconda finalità.

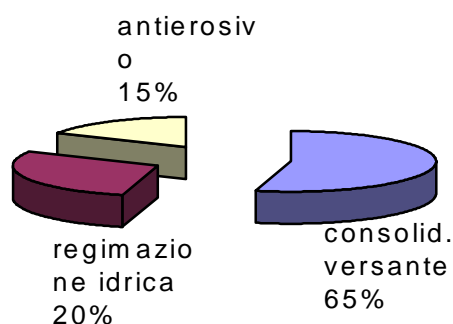


Fig. 1 Interventi di consolidamento secondo le finalità progettuali

In fig. 2 sono riportate le opere classificate e rilevate in funzione della tipologia costruttiva, sia per l’ingegneria naturalistica che per le sistemazioni idraulico forestali. Alcune tipologie “comuni” come ad esempio la semina o la semplice messa a dimora di arbusti radicati sono stati per ragioni di semplicità inseriti soltanto nella categoria “ingegneria naturalistica”.

Tipologie riscontrate Opere di ingegneria naturalistica (ampiezza lineare opere censite)	Semina: 10 ha (con o senza stuoie) Idrosemina (con o senza stuoie) 8 ha Cordonata: 40 mt. Fascinata: 180 mt. Gradonata: 80 mt Viminata: 40 mt Palizzata: 350 mt Palificata: 300 mt Grata: 20 mt Gabbionata rinverdita: 300 mt Scogliera rinverdita: 350 mt
Tipologie riscontrate Sistemazioni idraulico forestali (Metri lineari)	Fossi a sezione trapezoidale semplici 500ml Drenaggi profondi 80 ml Fossi a sezione trapezoidale con opere trasversali (brigliette in legno, in pietrame) 300ml Fossi a sezione trapezoidale con opere trasversali e stuoie laterali antierosive 100ml Briglie in legname e pietrame 10 ml Scogliere 300 ml Gabbionate 200 ml Palizzate morte 40 ml

Fig. 2 tipologie costruttive rilevate

In figura 3 si riporta l'elenco delle specie utilizzate negli interventi, sia a corredo della componente strutturale delle opere di ingegneria naturalistica che per la copertura forestale negli interventi di sistemazione superficiale.

Specie più comuni, arbustive ed arboree, censite	Biancospino Ginestra odorosa Pero selvatico Prugnolo Rosa canina Salice bianco (talea) Salice rosso (talea) Salice triandra (talea) Salicone (talea) Sanguinello Olivello spinoso Orniello Acero campestre Ligustro Corniolo Rosa canina Olmo
---	---

Specie erbacee censite (secondo miscuglio tipico utilizzato su substrato argilloso in %)	- Festuca rubra	30%
	- Festuca ovina	10%
	- Festuca duriuscula	10%
	- Trifolium repens	7%
	- Lotus corniculatus	6%
	- Poa pratensis	5%
	- Lolium perenne	4%
	- Dactylis glomerata	3%
	- Achillea millefolium	2%
	- Medicago lupulina	2%
	- Onobrychis viciifolia	2%
	- Phleum pratense	2%
	- Sanguisorba minor	2%
	- Trifolium pratense	2%
	- Anthyllis vulneraria	1%
	- Lathyrus pratensis	1%
	- Lupinus polyphyllus	1%
	- Inula viscosa	10%

Fig. 3

Le tipologie di intervento rilevate sono evidenziate in fig.4. In fig.5 è riportato uno stralcio di elaborazione del popolamento su GIS dei dati rilevati

Tipologie di intervento nel bacino del Reno

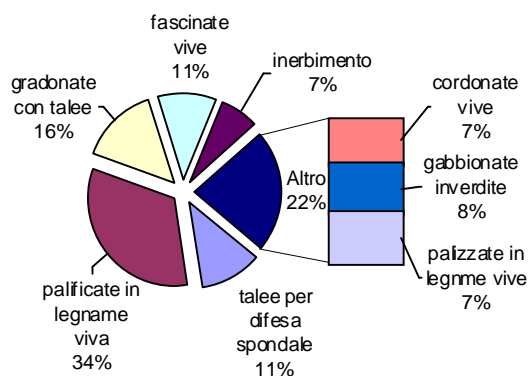


Fig. 4

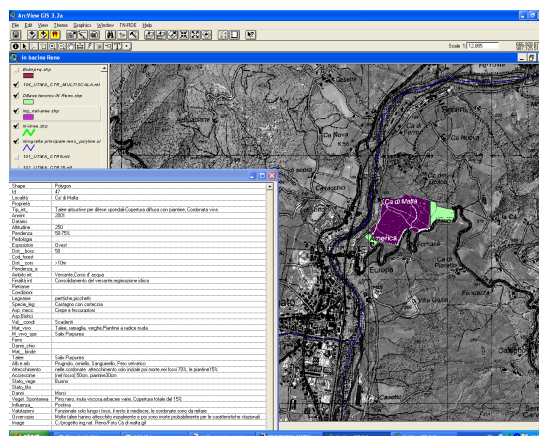
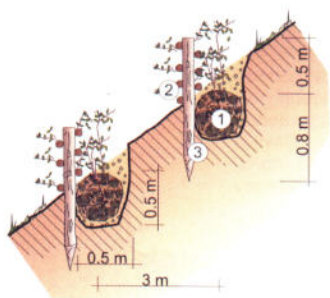
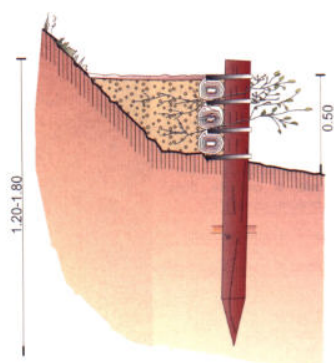


Fig.5 Popolamento di GIS dedicato agli interventi realizzati e censiti

Per quanto riguarda le tipologie analizzate, il 12 % degli interventi è costituito da fascinate vive con ramaglia: generalmente realizzate per il ripristino vegetazionale di una scarpata con pendenza inferiore ai 35°, abbinato ad un miglioramento del drenaggio superficiale. Le gradinate consentono di raccogliere il materiale terroso di riporto e favorire lo sviluppo della vegetazione anche spontanea sui gradoni. Le fascine sono di delicata realizzazione perché richiedono una particolare cura nel momento della messa a dimora (sia per quanto riguarda la copertura del terreno che altri fattori stagionali locali) e non sempre trovano un terreno abbastanza buono che ne favorisca l'attecchimento. La struttura stessa, tuttavia, anche senza attecchire, può svolgere una buona funzione di drenaggio.



fascinata



palizzata viva

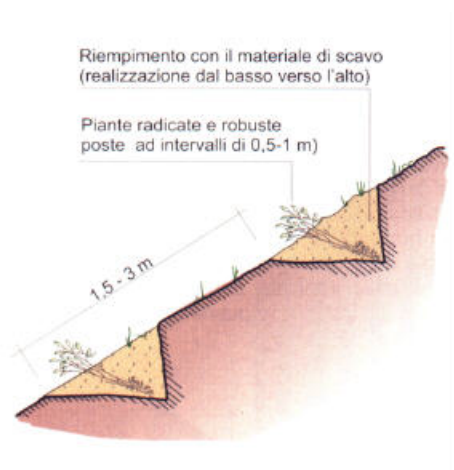


Fascinate a Marano (Gaggio M.)



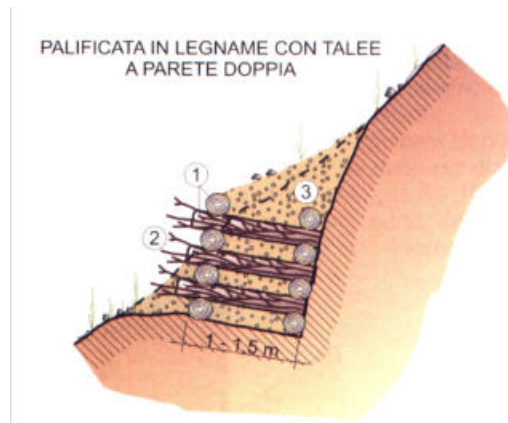
Palizzate vive su sentiero a Lizzano B.

Un'altra tipologia frequente è la palizzata viva. Le palizzate in legname, così come le cordonate e le viminate vive, realizzate con talee di salice arboreo e arbustivo, uniscono l'impiego di talee con strutture fisse, rigide o flessibili, in legno. In alcuni casi sono state abbinate alla messa a dimora di arbusti radicati sul gradone sovrastante, tecnica che ha fornito un discreto successo vegetativo. Le gradonate vive, che costituiscono il 16% degli interventi, consistono in piccoli gradoni lineari, che corrono lungo le curve di livello, in cui si interrano le talee e/o piantine con una distribuzione a pettine; oltre ad ospitare le talee hanno la funzione di “interrompere” il profilo del versante riducendo il potere erosivo dell'acqua dilavante, e il carico al piede della scarpata.



Gradonata viva con piloti, a Grizzana M.

Le palificate vive si sono piuttosto diffuse negli ultimi anni negli interventi di stabilizzazione di pendii e scarpate. Sono costituite da un “castello” di tronchi, riempito di terreno, sassi o pietrame drenato nella parte superiore ed all'interno.



Palificata viva a Marano (Gaggio M.), durante la realizzazione e dopo due anni

Tabella n.15 - Cause di fallimento più ricorrenti per ciascuna tipologia.

Descrizione Tipologia e principali cause di fallimento	Cause commesse al fallimento vegetativo												Cause commesse al fallimento ingegneristico					Cause non direttamente correlate						
	talee corte	talee inserite al contrario	talee inserite troppo poco nel terreno	terreno troppo asciutto durante i lavori	stagionalità non rispettata	sceita delle specie errata	povertà del substrato	periodi siccitosi	eccessivo aduggiamento	cattiva conservazione di talee o piantine	carenza di piantine/talee	danni da pascolo e/o brucamento	altri errori costruttivi legati al fallim. veget.	legname troppo corto	legname di diametro troppo piccolo	opera troppo interrata	opera interrata troppo poco	opera realizzata in posizione sbagliata	opera sottodimensionata	altri errori costruttivi legati al fallim. ingegn.	altre cause di fallimento esterne (frane,...)	mancata manutenzione	danni antropici	errori progettuali
Semina a spaglio con prep.						x	x	x																
Idrosemina semplice					x	x															x			
Messa a dimora (alberi, talee,...)		x			x	x																x		
Viminata o Graticciata					x												x							x
Fascinata			x			x									x		x							
Cordonata		x			x					x											x			
Gradonata	x	x				x		x													x			
Palizzata normale					x	x	x										x	x			x			
Grata viva					x						x	x									x			x
Palificata viva a parete singola						x		x						x	x						x			
Palificata viva a doppia parete	x	x															x	x	x					x
Canaletta in legname/pietrame																	x	x	x					
Briglia in legname e pietrame																	x	x	x			x		x
Soglia in legname o pietrame																		x	x			x		x
Scogliera in massi rinverdita	x									x									x					
Copertura diffusa con astoni							x						x				x	x					x	x

Tab. 15 Risultati dell'Inventario Regionale 2002: principali cause di fallimento

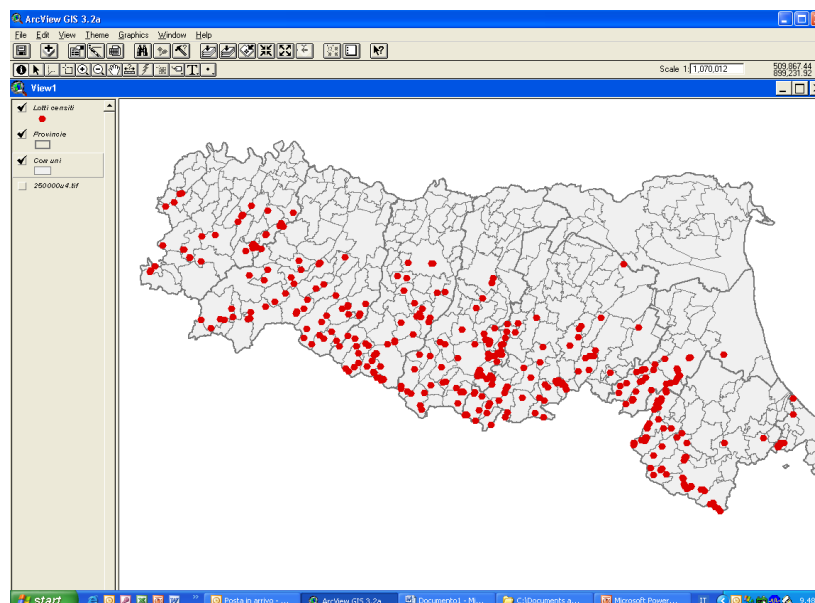


Fig. 11 Ubicazione degli interventi di I.N. dell'Inventario Regionale 2002

4.4.2. Analisi dello stato delle opere

I fattori rilevati (e rilevabili) che maggiormente hanno influito sull'efficacia della risposta vegetativa della parte viva degli interventi sono risultati quelli indicati in fig.6. Ciò conferma quanto evidenziato dalla tabella che raccoglie i dati rilevati per l'inventario regionale delle opere di ingegneria naturalistica che ha analizzato oltre 100 interventi su tutto il territorio regionale (Fig. 11). Da evidenziare il dato, elevato, sui danni da selvaggina, una delle cause piuttosto diffuse di mortalità a carico di arbusti e giovani alberelli (morso, calpestio, scortecciamento).

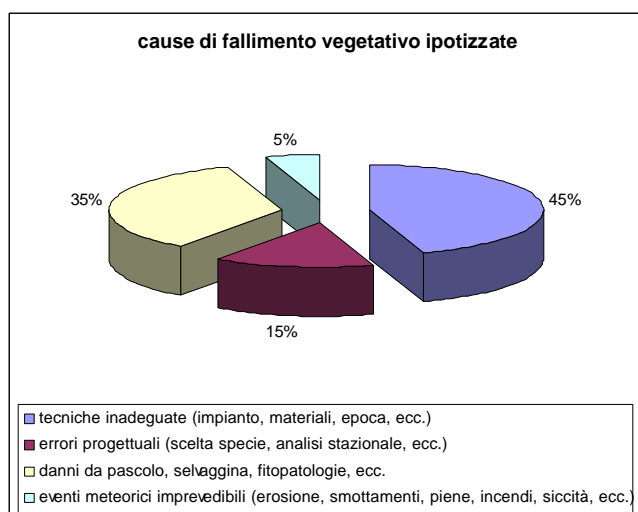


Fig.6

Per quanto riguarda la parte strutturale, l'indagine ha cercato di evidenziare lo stato e gli eventuali problemi dei materiali costruttivi, a distanza di tempo, ed in relazione ai fattori strutturali. In generale le opere in massi ed in gabbioni hanno fornito buoni risultati di tenuta e conservazione dei materiali (nel 97% dei casi non si sono evidenziati problemi); anche le strutture riconducibili alle stuoie (geotessili, geotessuti, ecc.) hanno fornito buoni risultati di durabilità (nel 85% dei casi non hanno presentato danni evidenti, nel restante 15% si tratta di danni da selvaggina (scalzamento

strutture per raggiungere erba sottostante o danni da calpestio) o da instabilità di versante (strappi causati da movimenti di terreno) (fig.7)

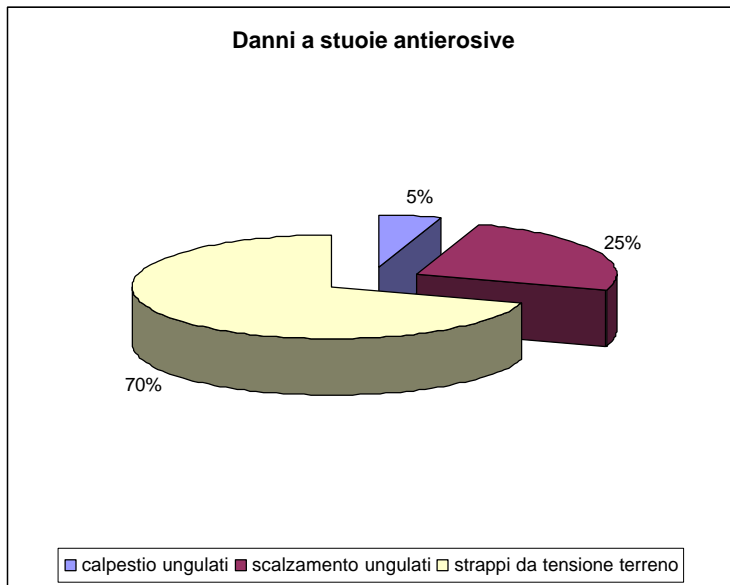


Fig.7 Danni a stuoie antierosive da fauna selvatica



Marcescenza su pali a livello di ingresso nel terreno; danni da morso a ricacci di arbusti



Danni a stuoie antierosive da scalzamento di ungulati; brigliette aggirate e sifonate

Per quanto riguarda il legname utilizzato per la parte strutturale degli interventi (nel 100% dei casi castagno), si è apprezzata una maggiore conservazione nel caso di scortecciamento preventivo (minore presenza di marciume, funghi, agenti patogeni, soprattutto rilevata a livello del punto di contatto col terreno ed in minura maggiore nelle stazioni ombreggiate ed umide) (Figg. 8 e 8bis).

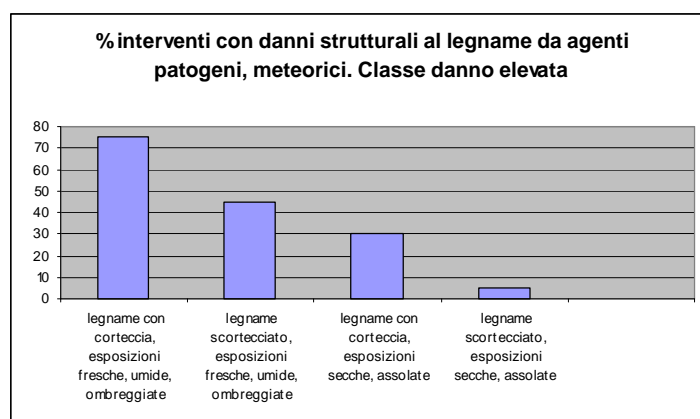


Fig.8 Danni a legname strutturale, classe elevata

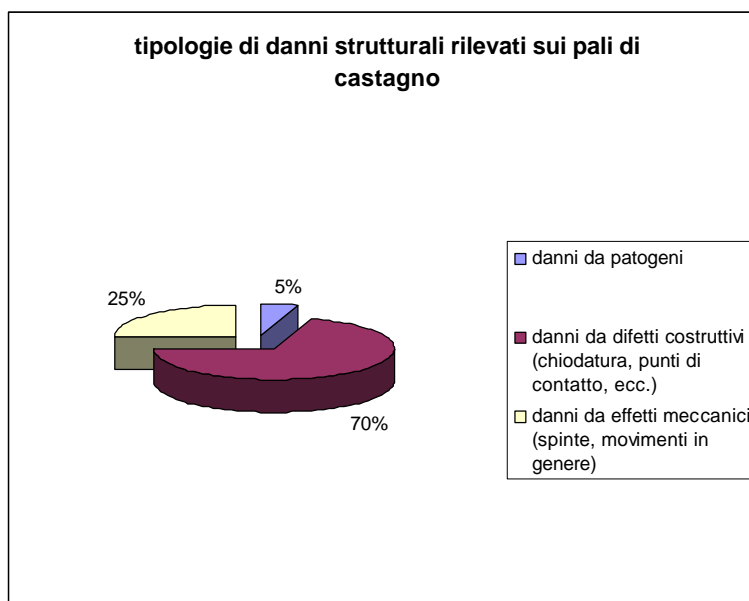


Fig. 8bis

Il materiale inerte di maggiore impiego ai fini strutturali è il legname (scortecciato nel 90% dei casi) di castagno. Per le scogliere in genere sono stati usati massi ciclopici di natura arenacea, quasi sempre provenienti da cave. Nell'area in esame non sono stati censiti interventi realizzati utilizzando terre armate rinverdite. Per la parte viva si sono utilizzate talee di salice arboreo od arbustivo reperite in loco e piantine radicate a radice nuda o in pane di terra di limitato sviluppo (in genere uno o due anni di semenzaio). Per quanto riguarda le specie vegetali più impiegate, si segnalano i salici (*Salix alba* e ibridi di *Salix purpurea*) e la ginestra (*Spartium junceum*). (fig 9).

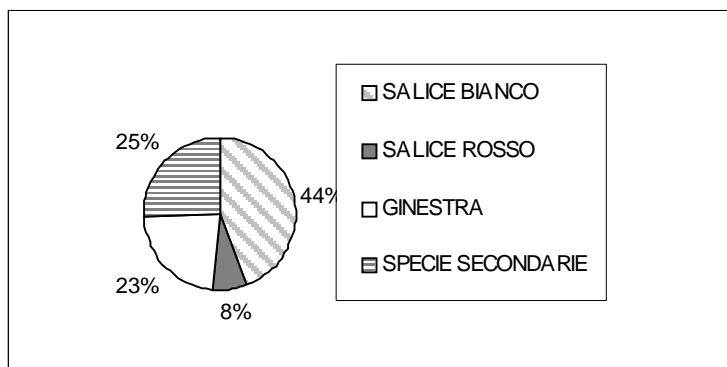


Fig. 9 Specie di più frequente utilizzo nelle opere di i.n.

Nel grafico di fig.10 sono riportate le specie secondarie, complessivamente il 25 % di quelle rilevate, tra cui spiccano l'orniello, il prugnolo, la rosa canina, l'acero campestre.

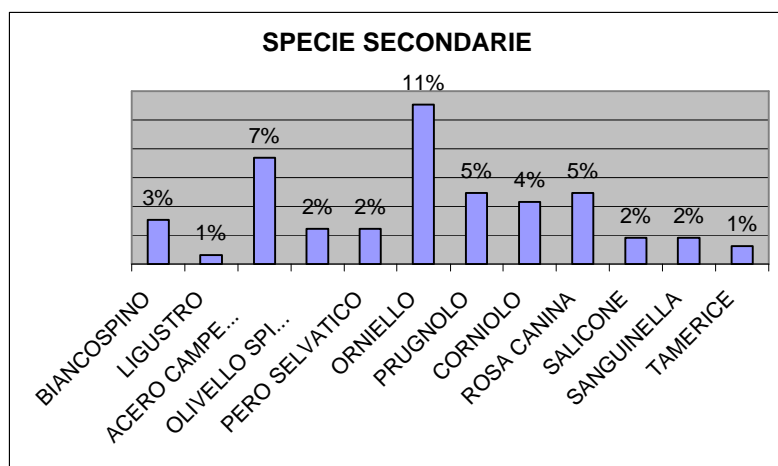


Fig.10 Specie secondarie impiegate

Per quanto riguarda l'attecchimento, si sono definite 3 categorie: un rinverdimento al di sotto del 40% è stato considerato basso, medio nell'intervallo tra il 40 ed il 70 % ed elevato oltre a quest'ultimo valore. Circa l'efficacia dell'intervento in relazione alla presenza di parte viva, si è rilevato un incremento della stabilità negli interventi con più di 4 anni, in presenza di parti vive: dal 54 al 78%. Andando in ordine di presenza si prende in esame in primo luogo l'attecchimento del salice bianco: (fig.11).



L'uso del salice arboreo rende necessari periodici interventi di potatura e può danneggiare la struttura in pali con un eccessivo accrescimento legnoso



Frana di Marano: palificata su cui sono stati testati a confronto diverse specie di salice (*Salix alba*, *Salix purpurea*, *Salix triandra*)

Si nota una forte presenza di interventi con un basso grado di attecchimento (40%): valore dello stesso ordine di grandezza delle due categorie positive (38%), il risultato evidenzia i limiti di questa essenza utilizzata nell'area, soprattutto su versante.

SALICE BIANCO

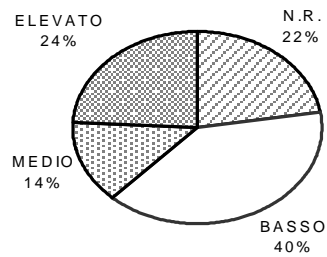


Fig. 11 Percentuali di riuscita di attecchimento del Salice bianco

Migliori risultati si sono osservati sui versanti con la ginestra (fig 12) specie molto rustica e capace di colonizzare efficacemente anche ambienti pedologicamente poveri come le aree precalanchive, oltre il 75% degli interventi presentano condizioni di rinverdimento positive dopo tre anni dall'impianto.

GINESTRA

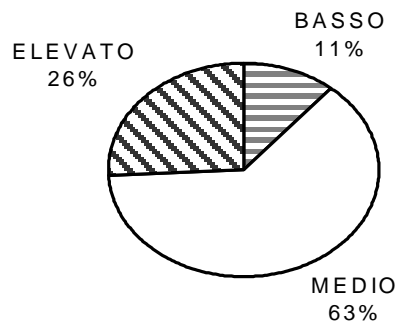


Fig.12 Percentuali di attecchimento e sviluppo dopo tre anni della Ginestra (*Spartium junceum*)



Utilizzo di ginestra, olivello spinoso, prugnolo, sanguinello, su versante (sn.) e su sponda (dx.)

Va comunque rilevato che nel 90% dei casi di uso di salici arbustivi (*Salix triandra*, *Salix eleagnos*, *Salix viminalis*, *Salix purpurea*) si evidenzia la presenza e l'utilizzo di ibridi difficilmente riconducibili ad una specie definita. Pertanto spesso è difficile guidare in campo la scelta di una specie rispetto ad un'altra, anche se occorre quanto meno distinguere tra *Salix caprea* e *Salix alba* (a portamento arboreo) dagli ibridi a portamento arbustivo. Il salice rosso è tra i salici una delle specie arbustive risultate più efficaci, là dove non è possibile effettuare manutenzione di potatura, che è richiesta ad esempio per specie come il salice bianco, caratterizzato da un portamento arboreo. La risposta di *Salix purpurea* è comunque risultata meno efficace rispetto al salice bianco: ad un attecchimento simile tra le due specie, segue una maggiore percentuale di sopravvivenza e vigoria del salice arboreo rispetto alle specie arbustive (fig.13)

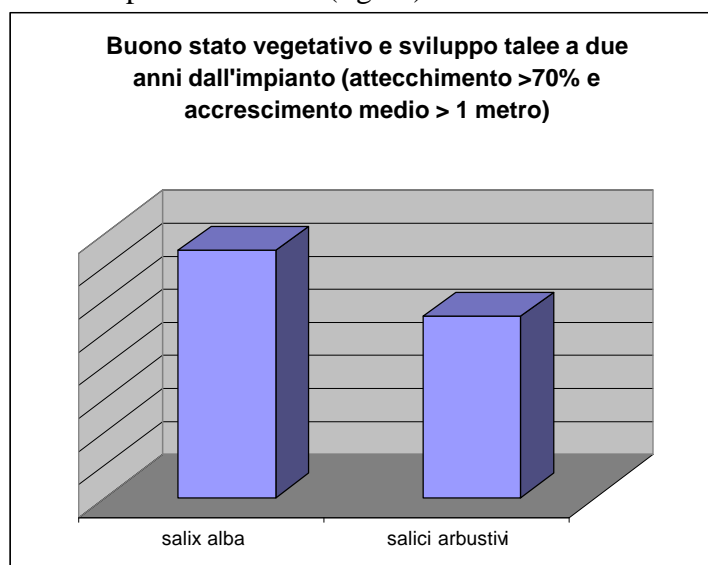


Fig. 13

Un fattore rilevante nell'attecchimento dei salici è risultato l'esposizione e quindi l'orientamento del versante su cui l'opera è realizzata. Una elevata insolazione può creare stress idrico, specialmente

nel caso di piante igrofile. Questa ipotesi è stata confermata dalle osservazioni (fig.14): i versanti rivolti a Nord hanno garantito un attecchimento superiore al 50%. Il grafico mostra la distribuzione di esposizione degli interventi rinverditati con le specie principali che hanno riportato un grado di copertura superiore al 50%.

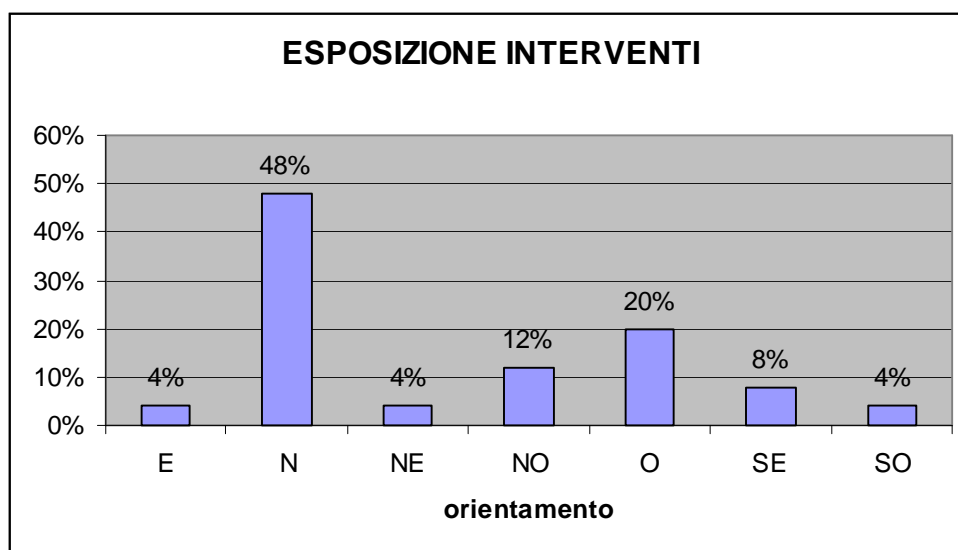


Fig.14

L'indagine è stata approfondita, sull'impiego dei salici, per quanto riguarda l'influenza esercitata sul livello di attecchimento da parte del fattore stazionale relativo al grado di ombreggiamento. La disponibilità di luce risulta essere un fattore condizionante per lo sviluppo di specie poco sciafile e pioniere quali i salici, infatti, l'attecchimento e soprattutto di sviluppo apprezzabile di *salici* in presenza di ombreggiamento forte è risultato scarso.



Palificata viva in posizione ombreggiata: sviluppo delle talee di salice carente e presenza di erbacee annuali e rampicanti



Condizioni dei pali di castagno in palificata a 10 anni dalla costruzione (forte mortalità delle talee)

Un fattore importante per la disponibilità d' acqua è la tessitura del suolo. A questo fine si è indagato il rapporto tra la tessitura argillosa e quella sabbiosa, rispetto ad un attecchimento superiore al 50% delle 3 specie principali. La ritenzione idrica dei due substrati, cioè la loro capacità di trattenere al loro interno l'acqua, è molto maggiore nelle argille e questo spiega il fatto che quasi 4/5 degli interventi che presentano un buon rinverdimento finale siano in corrispondenza di siti che presentano una matrice argillosa (fig.9). Questo fatto è accentuato dalle caratteristiche spiccatamente igrofile delle specie impiegate, in particolare il *Salix alba*, che trova in tali suoli una riserva idrica adeguata alle proprie esigenze. Va rilevato che nel caso di opere profonde come le palificate per substrato occorre intendere il materiale con cui la struttura viene "riempita": di solito terreno misto a pietrame che non necessariamente coincide con il materiale in posto.

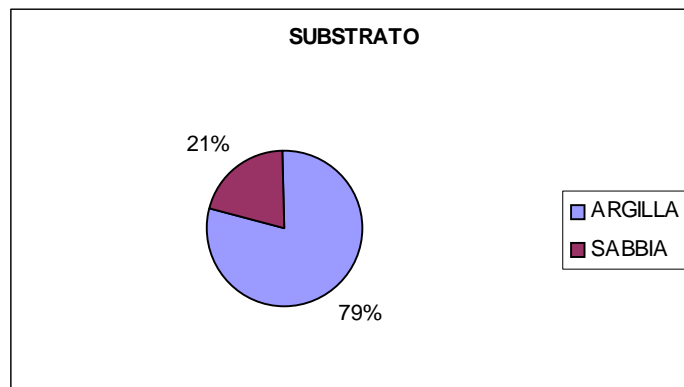
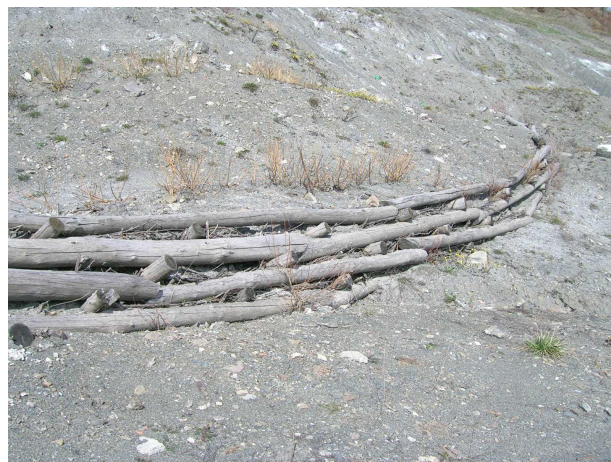


Fig.15 Substrato in relazione al buon esito dell'attecchimento dei salici

Soprattutto per quanto riguarda la sopravvivenza e lo sviluppo sia radicale che aereo dei salici dopo almeno due stagioni vegetative, i fattori maggiormente influenzanti la capacità di crescita sono apparsi senza dubbio la aridità della stazione (esposizioni calde, distanza da corsi d'acqua anche di pochi metri) soprattutto quando accompagnata dalla copresenza di altri fattori limitanti, come ad esempio l'elevata capacità drenante del suolo (terreni sabbiosi) e l'ombreggiamento. Nel 90% dei casi di scarso attecchimento e forte mortalità a tre anni dalla messa a dimora dei salici, sussistevano almeno due dei tre fattori considerati. In diversi casi, dove la vegetazione impiantata non ha fornito risultati apprezzabili di attecchimento, l'insediamento e lo sviluppo di vegetazione spontanea sta avendo comunque un ruolo importante per la riuscita dell'opera. Soprattutto se le opere hanno nella prima fase di realizzazione un buon effetto antierosivo (ad esempio mediante la creazione di piccoli terrazzi o gradoni o drenando lo scorrimento idrico superficiale) la vegetazione spontanea, erbacea

ed arbustiva ha avuto in tutti i casi esaminati un buon effetto di copertura, sia di insediamento che di consolidamento nel tempo.



Palificata viva a Matella (Camugnano): a sinistra primo anno vegetativo dalla posa dei salici, con attecchimento buono. A destra. dopo il terzo anno, a causa di stress idrico ed elevate temperature estive, la copertura calerà al 10% del totale.

L'inerbimento artificiale sia mediante i metodi tradizionali (semina) sia utilizzando tecniche più sofisticate (idrosemina, stuoie antierosive vegetali, georeti preseminate, ecc.) è risultato di efficacia incostante nel tempo. Spesso ad un buon effetto "immediato" e in carenza di adeguata manutenzione, segue una fase di progressiva regressione della copertura erbacea dovuto in parte ai processi erosivi, in parte alla mancanza di fattori pedologici adeguati. In questi casi sono stati raggiunti risultati apprezzabili intervenendo sulla pendenza del versante mediante la creazione di piccoli terrazzamenti ottenuti con la realizzazione manuale di palizzate, graticciate, cordonate. Su questi micro-terrazzi, realizzati a scacchiera (ad esempio in corrispondenza delle nicchie di distacco dei movimenti franosi, ove la pendenza in genere si mantiene più accentuata) si è registrato uno spontaneo e più durevole insediamento di specie pioniere, che spesso è il primo passo verso una omogenea copertura del suolo.



Ca di Malta: sperimentazione a confronto tra idrosemina su geostuoia e semina sotto paglia
Lizzano B.: idrosemina con elicottero



Lizzano B. Semina antierosiva e palizzate interrate su piste da sci (realizzazione e dopo un anno)



Ca di Malta: plot di sperimentazione per confronto tecniche di inerbimento (prima e dopo)

Risultati più efficaci sono stati raggiunti integrando le diverse tecniche (semine, idrosemine o materiali preseminati) realizzate sui terrazzi. Anche la prova di diverse tecniche a confronto sulla stessa area (Ca di Malta) ove sono state sperimentate 4 soluzioni diverse (semina a spaglio su terreno non preparato, semina a spaglio su terreno erpicato, idrosemina su terreno non preparato, idrosemina su terreno erpicato) dopo due anni dagli interventi ha fornito gli stessi risultati in termini di copertura erbacea e specie presenti; risultati pressoché simili alle aree testimoni ove non era stato seminato nulla. (fig.16)

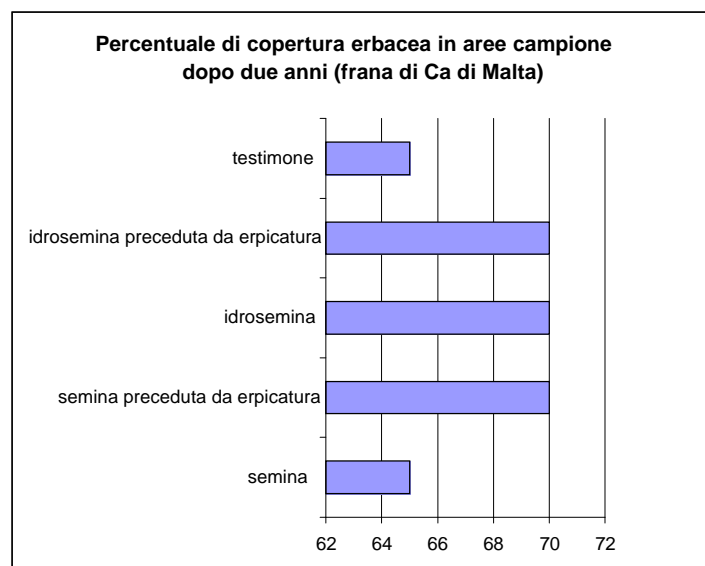


Fig. 16 Dinamiche copertura erbacea a Ca di Malta

Ulteriori sperimentazioni sono state effettuate confrontando sulla stessa area (nicchia di distacco, frana di Ca di Malta) tre diverse soluzioni: semina e posa di georete, posa di fiorume di stalla fissato con stuoia in juta, idrosemina. A distanza di 5 anni dalle prove anche in questo caso i risultati sono simili e comunque ad un primo buon attecchimento delle specie utilizzate, oggi l'area è caratterizzata da una copertura erbacea superiore all'80% composta in prevalenza da specie spontanee autoctone (in prevalenza *Inula viscosa*) (Fig. 17)

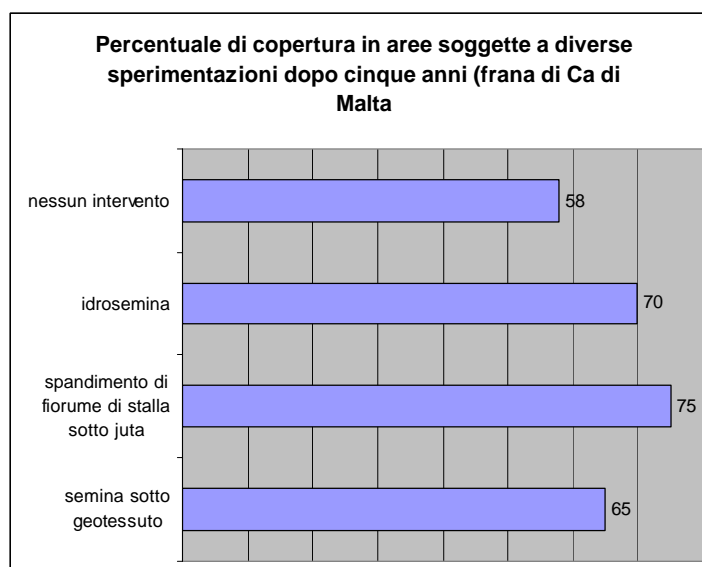


Fig.17 Tecniche di inerbimento a Ca di Malta

In generale anche il confronto tra frane diverse, caratterizzate da fattori stazionali simili (stesso substrato, quota, pendenza, esposizione, ecc.) per quanto riguarda le dinamiche di rinverdimento, una volta realizzati adeguati interventi di sistemazione idraulica superficiale, non ha presentato dopo alcuni anni particolari differenze, sia nel caso di interventi indotti (semine, idrosemine, ecc.) che di nessun intervento a verde realizzato. Il fattore che in questo caso sembra determinante è il grado di "rimiscelamento" tra suolo fertile e strati più profondi e sterili emersi dalle dinamiche del movimento franoso, ed il successivo rimodellamento meccanico. Gli elementi che determinano una maggiore o minore fertilità finale sono quindi risultati puramente causali ed imprevedibili.

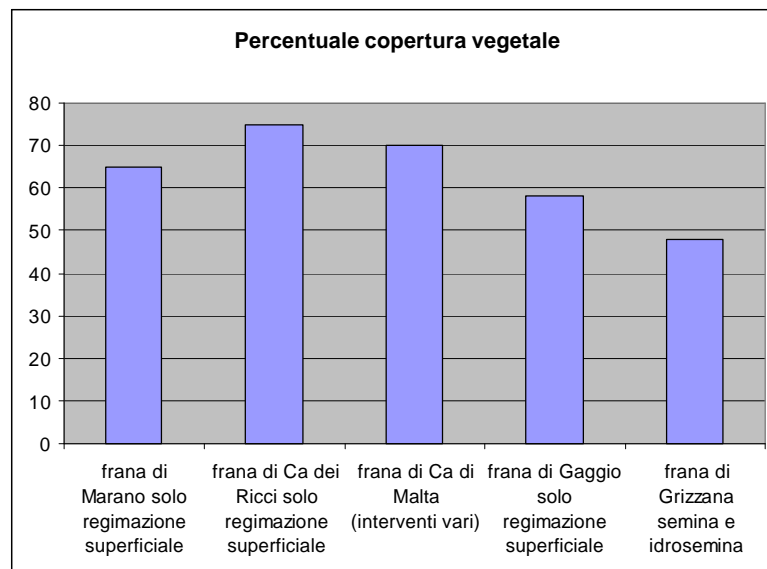


Fig. 18 Risultati in % della copertura vegetale su diverse frane dopo alcuni anni dagli interventi



La preparazione tecnica e la corretta esecuzione degli interventi è fondamentale per l'efficacia degli stessi



Combinazione tra palizzate vive con talee di salice e posa di arbusti radicati sui gradoni: una tipologia combinata che ha dato buoni risultati in genere anche su stazioni difficili

4.4.3. Sistemazioni idraulico-forestali

Gli interventi di sistemazione idraulico-forestale analizzati sono stati progettati per favorire ed accelerare i processi di inerbimento del terreno e di copertura vegetale del suolo, oltre a contribuire al generale consolidamento del versante rallentando l'erosione superficiale e regimando le acque in modo da evitare ristagni e rallentamenti nei deflussi che aumentano la quantità di acqua che si infiltra nel substrato argilloso. La complementarietà degli interventi strutturali, di tipo idraulico-ingegneristico e di quelli vegetazionali e di ingegneria naturalistica, trova riscontro anche nei principi di due scuole classiche che hanno studiato nel tempo ed in ambienti estremi il problema della lotta antierosiva: quella di Bennet "...l'erosione è direttamente correlata alla massa delle particelle ed alla velocità, pertanto l'azione antierosiva è da farsi mediante mezzi meccanici che realizzino opere idrauliche (fossi, arginelli, dreni ecc.) che riducono la velocità di ruscellamento e pertanto la forza erosiva (Bennet 1939)..." e quella di Ellison e Wishmeier "... l'erosione per ruscellamento si sviluppa in conseguenza al degrado della struttura più superficiale del suolo in parte causata dall'impatto della pioggia. Pertanto l'azione antierosiva si esplica garantendo una copertura vegetale e utilizzando tecniche colturali appropriate e con impatti modesti sul paesaggio rurale (Ellison 1944 e Wischmeier 1960).



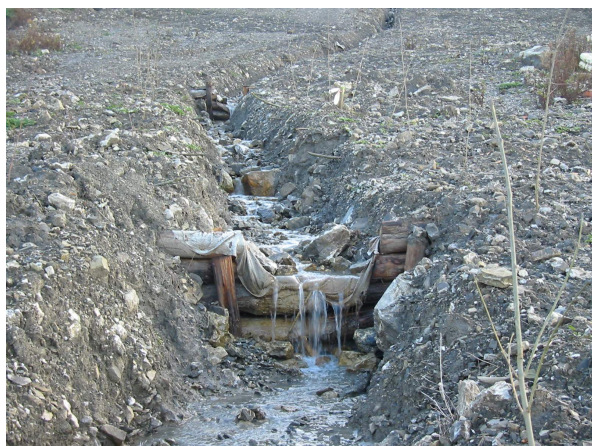
Briglia in cls sul Fiume Reno, affiancata di recente da scala di risalita (sn), briglie in legname (dx)

Tra le tipologie analizzate su frane spicca la realizzazione di palizzate morte che favoriscono l'inerbimento spontaneo. Intervendendo sulla pendenza del versante mediante la creazione di piccoli terrazzamenti ottenuti con la realizzazione manuale di palizzate, graticciate, cordonate si favorisce sui gradoni, uno spontaneo e durevole insediamento di specie pioniere, che spesso è il primo passo verso una più omogenea copertura del suolo. Integrando lo sviluppo vegetativo spontaneo con l'idrosemina, in particolare in corrispondenza delle zone soggette a rimodellamento superficiale ove il cotico erboso viene completamente distrutto dal lavoro dei mezzi meccanici, è stato possibile ottenere effetti soddisfacenti.



Palizzate per il terrazzamento di forti pendenze realizzate sulle nicchie di distacco delle frane di Vimignano (sn) e Ca di Malta (dx)

Un altro intervento analizzato ha riguardato la realizzazione di brigliette e soglie in legno di castagno e in pietrame reperito in loco lungo i tratti più pendenti dei collettori principali. Questa tecnica di consolidamento si rivela efficace, soprattutto per ridurre i costi di manutenzione dei fossi realizzati lungo i corpi di frana, ed in particolare sugli impluvi principali localizzati lungo le linee di massima pendenza ove l'acclività supera quasi sempre il 30%. Il contenimento dell'azione erosiva e del trasporto solido contribuisce a mantenere più a lungo la sezione del fosso in buone condizioni, evitandone il deterioramento e la perdita di funzionalità. Un collettore "sistemato" con brigliette in legno e soglie in massi poste in sequenza adottando particolari accorgimenti che ne evitino l'aggiramento, lo svuotamento o lo scalzamento da parte dell'acqua nei periodi di maggiore portata, indubbiamente comporta dei costi maggiori di realizzazione, ma si caratterizza per una maggiore resistenza all'usura, come confermato dai rilievi effettuati.



Sistemazione di fossi a Ca Di Malta (Vergato) e Roncorozzo (Grizzana M.)



Sistemazione di fossi a Matella (Camugnano) e Ca Di Malta (Vergato)

I casi analizzati interessano essenzialmente interventi di regimazione idraulica realizzati nella fase successiva al rimodellamento superficiale di colate argillose in via di stabilizzazione. Per quanto riguarda i fossi collettori sono stati realizzati ed analizzati, a distanza di almeno cinque anni diverse tipologie costruttive:

- fossi a sezione trapezoidale semplici
- fossi a sezione trapezoidale con brigliette e soglie di fondo
- fossi a sezione trapezoidale con brigliette e soglie di fondo e stuoie antierosive di sponda
- fossi a sezione trapezoidale con brigliette, soglie di fondo ed arginelli di valle con presidio vivo (filari di arbusti od alberelli)



Sistemazione superficiale a Marano a Ca di Malta

Un primo fattore preso in considerazione è stata la distanza tra un fosso e l'altro, in particolare nel caso di collettori trasversali che si raccordano al canale centrale realizzati secondo il classico schema a spina di pesce. Quasi sempre la densità e la frequenza di queste opere non viene

calcolata tenendo conto delle diverse formule disponibili in bibliografia, che considerano vari fattori tra cui pendenza, substrato, piovosità, ecc. ma in base alla disponibilità economica di progetto (spesso limitata): più sono i soldi più fossi è comunque possibile realizzare. Nei casi analizzati (diverse centinaia di metri, su diversi corpi di frana, substrato argilloso, pendenze varie) è stato possibile rilevare una buona tenuta e funzionalità delle opere quando la densità media si mantiene secondo uno schema indicativo che prevede:

pendenze tra 20 e 40%	Pendenze tra 40 e 60%
Un fosso ogni 20 mt	Un fosso ogni 10 mt
Angolo pendenza fosso 2-4°	Angolo pendenza fosso 1-2°

Per quanto riguarda l'ampiezza delle sezioni di questi fossi secondari, si è rilevata una maggiore durabilità nel tempo (integrità della sezione) nel caso di sezioni più ampie e meno profonde, con scarpate poco pendenti. Sezioni più strette e profonde, con scarpate più ripide, hanno dato risultati meno soddisfacenti in termini di erodibilità, e di minore resistenza alle sollecitazioni strutturali (smottamenti frequenti). Il confronto tra le diverse tipologie costruttive di fosso, analizzato dopo almeno cinque anni dalla realizzazione, nei confronti della resistenza alle sollecitazioni (erosione idrica di fondo, laterale, danni puntuali alla sezione per smottamenti, rotture, ecc.) ha permesso di evidenziare quanto riportato in fig. 1

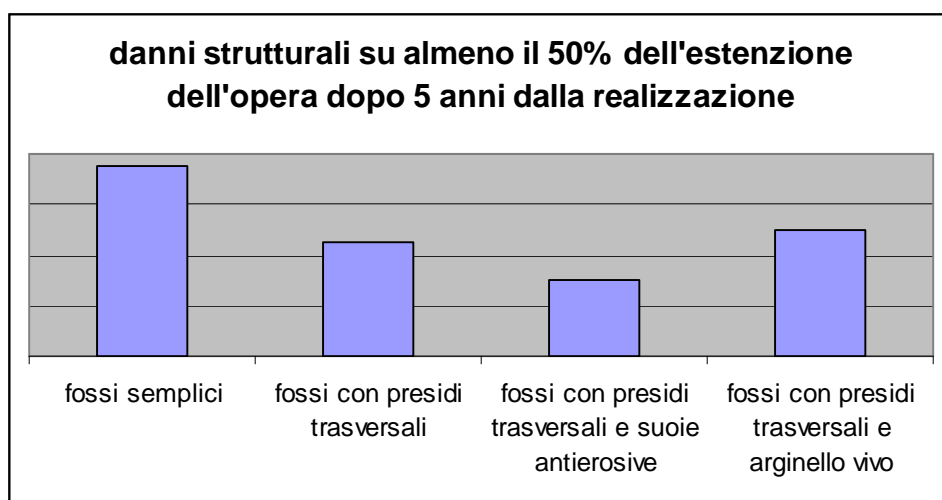


Fig.1

Per quanto riguarda lo schema di realizzazione dei fossi con arginelli “vivi”, sperimentati sulla frana di Ca di Malta, è interessante evidenziare, a distanza di 8 anni dalla messa dimora delle piantine, una buona sopravvivenza delle specie, soprattutto di quelle radicate, a discapito delle condizioni stazionali particolarmente difficili, sia per i fattori pedologici (substrato pressochè assente) che microclimatici (inverni freddi ed estati calde e siccitose). In questo caso il confronto tra i salici (talee) e gli arbusti (orniello, acero campestre, ligustro, ginestra odorosa, sanguinello, olmo, rosa canina) è nettamente a favore degli arbusti (Fig. 2)

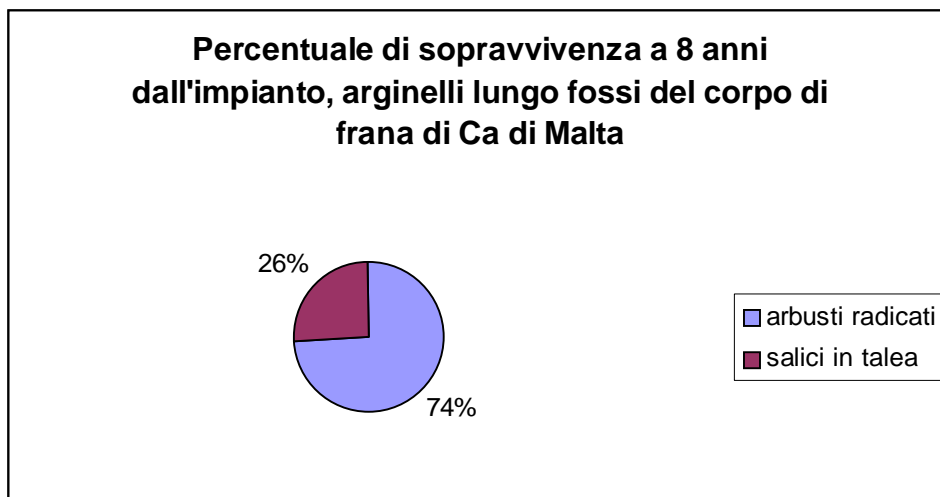


Fig. 2 Sopravvivenza piantine lungo fossi, Ca di Malta

Va comunque evidenziato che sulle piantine sopravvissute risultano diffusi i danni da ungulati: nel caso di Ca di Malta, oltre il 90% delle piantine presenta danni da morso, calpestio, piegamento, scortecciamento. I danni da morso inibiscono fortemente lo sviluppo della crescita delle piantine, attraverso la continua ceduzione, favorendo la formazione di individui cespugliosi e bassi. I danni da morso sono particolarmente evidenti su aceri, ligustro, orniello. Le opere trasversali (brigliette, soglie) realizzate soprattutto lungo i collettori principali dei corpi di frana, lungo la linea di massima pendenza, con lo scopo di rallentare i processi erosivi di fondo ed aumentare nel tempo la durata della funzionalità dell'opera, hanno presentato diversi problemi, legati essenzialmente a difetti ed accorgimenti costruttivi. In particolare, dopo 5 anni dalla realizzazione, nel 36% dei casi le brigliette risultano aggirate lateralmente dall'acqua, nel 15% scalzate a valle e nel 8% erose e bypassate da monte per incanalamento sotterraneo. Di frequente più problemi coesistono contemporaneamente (Fig. 4)

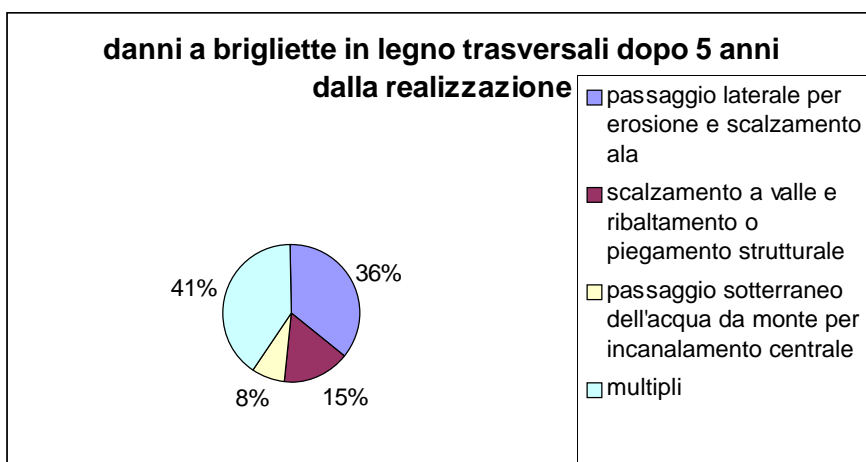


Fig. 4 Danni a briglie in legno, Ca di Malta

Per ovviare a questi problemi occorre prestare particolare attenzione a due fattori:

- il corretto dimensionamento delle opere, soprattutto per quanto riguarda l'intestatura laterali delle ali, il profilo della gaveta centrale ed il rinforzo della battuta a valle

- la frequenza delle briglie lungo il fosso, che dipende direttamente dalla pendenza e l'ubicazione delle stesse. In genere quando realizzate in corrispondenza (immediatamente a valle) dell'immissione dei fossi laterali, sono apparse maggiormente efficaci e funzionali.



Fosso presidiato da soglie e stuoi (sn) e fosso semplice (dx)

Un dato interessante risulta il monitoraggio dei drenaggi sotterranei tradizionali, effettuati a monte delle nicchie di distacco dei corpi franosi, in due casi (Ca di Malta e Ca dei Ricci). In entrambi i casi, a distanza di almeno 5 anni dalla posa dei dreni (su terreni argicoli o incolti) non è stato possibile verificare la funzionalità delle opere, che comunque, al momento del rilievo sono risultate non portare acqua. Sul Rio demaniale Ca di Minghetto, presso la frana di Ca di Malta, oggetto di opere di sistemazione idraulico forestale anche negli anni 50, mediante cementificazione dell'alveo, sono state per la prima volta sperimentate diverse opere idrauliche trasversali e longitudinali realizzate con grossa paleria di castagno: in particolare sono state realizzate tre briglie in legname e pietrame e palificate a difesa spondale, con rinverdimenti delle sponde mediante talee e piantine radicate. A valle delle briglie sono state realizzate piccole vasche per favorire la permanenza di acqua anche nei periodi estivi, particolarmente siccitosi, ai fini ambientali. A distanza di 10 anni dalla realizzazione di questi interventi, il monitoraggio ha fornito risultati particolarmente soddisfacenti, sia per quanto riguarda l'integrità strutturale delle opere che la riqualificazione naturalistica del torrente. Il rimboschimento, classico intervento realizzato a fianco e ad integrazione delle sistemazioni idraulico-forestale, non è stato preso in considerazione non essendo stati realizzati nel periodo analizzato e nell'area in esame veri e propri impianti forestali a scopo di protezione del suolo. Nell'area sono invece presenti diversi nuclei di bosco artificiale di pino nero, pino silvestre, cipresso arizonica, cedro, in mediocre stato vegetativo, realizzati a scopo protettivo dal 1950 agli anni '70, il cui rilievo non ha interessato l'indagine. Gli unici rimboschimenti realizzati nell'area di indagine negli anni più recenti riguardano impianti di arboricoltura da legno (latifoglie nobili) realizzati su seminativi grazie a contributi comunitari.

Capitolo 5 Conclusioni

5.1 Le dinamiche ed il dissesto

Lo stato delle ricerche sugli effetti dell'abbandono colturale dei terreni montani sta vivendo, in Italia e più in generale nei Paesi dell'area mediterranea, un rimarchevole vigore, in relazione alla vastità del fenomeno ed alle connessioni con temi come le dinamiche sul paesaggio, la biodiversità, le implicazioni sui cicli del carbonio e dell'acqua, il rischio idrogeologico, gli incendi, la desertificazione.

“sembra tuttavia utile ricordare che il ritorno del bosco sui coltivi abbandonati è un processo che si è verificato anche in tempi più remoti e forse anche reiteratamente in un ciclico alternarsi di bosco-dissodamento-coltivo-abbandono-bosco...” (Piussi, 2002)

Pur trattandosi, secondo una visione a lungo termine di un fenomeno ciclico e studiato solo di recente, è probabilmente grazie allo svilupparsi delle tecnologie G.I.S. e delle relative potenzialità di elaborare dati geografici e territoriali su ampia scala che il fenomeno può essere analizzato in modo globale, con relativa facilità di immagazzinare e manipolare dati e informazioni. L'applicazione delle tecnologie G.I.S. anche nello studio in oggetto ha permesso una caratterizzazione dei fenomeni descritti ed analizzati (abbandono, caratteristiche fisiche ed antropiche del territorio, dissesto e relativi dinamismi, ecc.) che soltanto 15 anni fa, seguendo alcune tesi di laurea, apparivano assai più complesse, lunghe e meno precise. Il G.I.S. si è pertanto rivelato uno strumento versatile e relativamente semplice da utilizzare per questo tipo di analisi territoriale, soprattutto potendo usufruire della condivisione dei Server del Servizio Informativo e dell'Archivio Cartografico della Regione Emilia-Romagna, da cui sono state consultate ed elaborate tutte le basi cartografiche tematiche disponibili. In questo contesto, se alcune correlazioni erano intuibili e prevedibili, come quelle tra dissesto, litologia e pendenza, l'analisi ha permesso di caratterizzare i fenomeni studiati, oltre che nel tempo, nello spazio e nei dinamismi territoriali. Ad una forte predominanza delle formazioni argillose corrispondono infatti precisi tipi pedologici e relativi ambienti e più in generale paesaggi che per caratteristiche risultano direttamente correlati alla litologia ed ai fattori climatici per corrispondenti dinamiche erosive e di evoluzione geologica. La millenaria pressione antropica ha trasformato il territorio secondo usi del suolo “praticabili” dalle tecnologie disponibili al momento. Pertanto ai versanti argillosi corrispondono pendenze moderate e morfologie dolci fortemente disboscabili e trasformabili in campo, mentre le aree “marnoso-arenacee” sono ancora oggi boscate per forti limiti dovuti alla pendenza superabili solo con terrazzamenti o dalla realizzazione di pascoli in quota. Qui il bosco è stato sfruttato ma non trasformato in altri usi. Se le aree forestali appaiono avere conservato una certa “naturalità”, analizzandone le qualità ecosistemiche, se ne evidenziano gli elevati livelli di artificializzazione e degrado dovuti alla prolungata ed intensa ceduzione, al pascolo, all'ingresso di specie alloctone, con graduale perdita di suolo e scomparsa di specie. Ciononostante i tipi vegetazionali, soprattutto in aree difficilmente accessibili e meno disturbate (forre, rupi, ecc.) appaiono ricchi ed interessanti, evidenziando ambienti di transizione tra l'area mediterranea (falesie, versanti sud) e quella continentale (versanti nord, fondovalle, fossi). In generale la “ricchezza” di boschi ecologicamente “poveri” deve far riflettere, se resta scientificamente dimostrato che la foresta è in grado di assolvere in modo efficace alla funzione di protezione idrogeologica quanto più l'ecosistema è evoluto

Il potere regimante ed antierosivo del sistema forestale suolo-soprassuolo trova conferma sperimentale in numerose indagini eseguite nelle condizioni ambientali più diverse. Risulta dimostrato che il taglio raso del bosco provoca aumenti del deflusso compresi tra 20% e 80% [...] Il reinsediamento spontaneo del bosco riporta il deflusso ai valori primitivi e analoghi risultati si ottengono, a certe condizioni, con il rimboschimento mediante il quale il deflusso di piena può essere diminuito in pochi anni di 10%-90%. In parallelo decresce proporzionalmente l'erosione del suolo (Susmel, 1968)

L'analisi dell'uso del suolo nei diversi periodi storici, grazie al GIS, ha permesso di evidenziare dinamiche interessanti: alla fine dell'800 le categorie di uso (anche in relazione al livello di dettaglio delle carte) erano soltanto quattro, e l'alveo del Fiume Reno occupava un'ampia superficie (26% dell'area totale), seguito dalla voce campo (40%) e dalla voce bosco, comunque ben rappresentata, nonostante il periodo, a dimostrazione di limiti territoriali "fisici" ben definiti rispetto alle pressioni antropiche. Da ultima la categoria "urbano", soltanto il 9%. Saltando alla situazione odierna, le dinamiche più evidenti risultano l'aumento del bosco e la comparsa di categorie intermedie (aree post-colturali) oltre a diminuzioni sensibili della superficie di alveo ed un forte aumento dell'urbano. Per quanto riguarda il dissesto, l'elaborazione delle informazioni spaziali sulle frane attive ha permesso di studiare i movimenti di versante in relazione alle caratteristiche intrinseche (ampiezza, lunghezza, distribuzione, ecc.) ed ai fattori fisici (litologia, pendenze, posizione fisiografica) ed antropici (uso del suolo). Ciò appare particolarmente interessante in un territorio in cui, per l'area in esame, la carta del dissesto riporta come maggiore del 70% la superficie delle aree instabili, con una percentuale di frane attive intorno al 30% di cui la maggior parte censite come "storiche". Nel 85% dei casi i movimenti sono concentrati nelle classi di pendenza media, compresi tra il 20 ed il 45% , indubbiamente su versanti moderatamente impervi e morfologicamente omogenei. Per quanto riguarda la posizione orografica, il 70% delle frane riguarda posizioni di versante prospicienti i fondovalle, il 20% riguarda medi versanti e soltanto il 10% interessa porzioni di versanti alti o crinali. L'esposizione varia in modo casuale e non risulta tra i fattori significativamente correlati al fenomeno. Rispetto al bosco è interessante notare il fatto che oltre il 40% delle frane attive è posizionato su aree forestali "non governate" e cioè su aree incolte in evoluzione o su ex-coltivi comunque su zone ove non si fa attività selvicolturale o agricola, ciò può essere letto sia come conseguenza dell'instabilità che come possibile effetto dell'abbandono. Questo aspetto è stato analizzato nella parte di ricerca che ha interessato lo studio delle dinamiche delle aree ex-agricole. L'intersezione tra uso del suolo e frane attive ha permesso di evidenziare altre note interessanti: alla fine dell'800, la maggior parte delle frane attive interessava seminativi (70%); il 18% interessava incolti e soltanto il 12% interessava il bosco. A dimostrazione di una forte pressione "agricola" anche su aree instabili. Nel 1954 la situazione si evolve, evidentemente in relazione ad un abbandono del territorio già in atto, ed oltre il 54% delle frane riguarda terreni incolti, mentre i coltivi passano dal 70% al 28% ed il bosco varia di poco. Nell'uso del suolo del 2003, è interessante rilevare come quasi l'80% delle frane riguardi oramai bosco ed aree in abbandono, mentre i seminativi in frana risultano ridotti al 21%, una cifra minore ma pur considerevole che merita attenzione nella gestione di queste aree. Gli incolti in frana (che comprendono ovviamente anche gli ex-agricoli) risultano attestati al 31%; è da rilevare che molti di questi incolti, quando la copertura della vegetazione supera il 40% dell'area, passano a tutti gli effetti ad essere classificati nella categoria "bosco", secondo i criteri di classificazione di Corine Land Cover e delle vigenti norme di Polizia Forestale. In relazione all'interazione tra perimetri di frana ed infrastrutture (abitati, lifelines, strade, ecc) occorre quindi una maggiore consapevolezza nel gestire il territorio soprattutto nella manutenzione delle strutture e negli ampliamenti urbanistici. L'importanza del consolidamento delle frane attive risulta riconosciuta a livello internazionale come uno degli interventi fondamentali per la corretta gestione dei bacini montani. La FAO, in "Fao watershed management field manual, Landslide prevention measures" (FAO, 1988) tra le misure di

prevenzione e stabilizzazione individua la regimazione e la rivegetazione, sia all'interno che a monte dei fenomeni.

5.2 Le segnalazioni

In un territorio idrogeologicamente instabile ed in relazione alle dinamiche climatiche di questi ultimi anni, che tendono a concentrare forti eventi in brevi episodi ripetuti, il manifestarsi di eventi legati al dissesto è in continua crescita. L'analisi delle segnalazioni ha permesso di correlare gli eventi, mediante il GIS, alle caratteristiche fisiche ed antropiche del territorio esaminato, evidenziando una sempre più frequente correlazione tra la realizzazione di infrastrutture antropiche lineari di taglio di versante (strade, linee e condutture interrato di varia natura e scopo come linee elettriche, rete idrica, gasdotti, ecc.) e successivi movimenti localizzati di versante. Anche la realizzazione di infrastrutture lineari lungo i corsi d'acqua (spesso nel caso dei fondovalle) è di frequente oggetto di problematicità idrogeologica a causa dei naturali processi idromorfologici. Negli ultimi anni si è riscontrata una maggiore sensibilità degli Enti coinvolti, rispetto alla pianificazione territoriale, anche grazie alla legge quadro n. 183/89 ed ai relativi Piani di Bacino ed alle scelte progettuali per il ripristino di criticità idrogeologiche, con frequente utilizzo di soluzioni a moderato impatto ambientale. Tuttavia sarebbe opportuno prestare maggiore attenzione ad alterare il territorio in zone a rischio, prevedendo in assenza di alternative, una particolare cura nella regimazione idraulica superficiale, nelle scelte progettuali e nella manutenzione delle opere realizzate.

5.3 Abbandono dei coltivi

Lo studio del fenomeno e degli effetti dell'abbandono dei coltivi interessa dinamiche socio-economiche, geografiche, paesaggistiche, agro-forestali, vegetazionali, ambientali in genere. Le successioni secondarie post-culturali che conducono alla formazione di cenosi arbustive e arboree costituiscono un tema classico dell'ecologia vegetale. Gli approfondimenti scientifici possono essere pertanto indirizzati ad analizzare i fattori causali che controllano e guidano i processi, puntando a definire modelli previsionali su tipi e tempi di ricostituzione vegetale o modelli culturali di gestione e controllo multifunzionale delle neo-formazioni. Un altro settore meritevole di approfondimenti interessa la realizzazione di mappe territoriali che su ampia scala descrivano in modo quali-quantitativo i processi, che assumono comunque connotazioni diverse tra ambiti alpini ed aree mediterranee. Approfondire la conoscenza dei boschi di neo-formazione permetterebbe di affrontare con cognizione temi importanti legati alle dinamiche del ciclo dell'acqua e della fissazione del carbonio, così come i meccanismi legati alla pedogenesi, all'erosione, alla biodiversità. Il contributo della tesi in questo senso si evidenzia in una caratterizzazione del fenomeno dell'abbandono in un'area che viene puntualmente descritta e caratterizzata nei parametri geografici e stazionali, evidenziando in particolare le dinamiche dell'ultimo secolo e gli effetti sul fragile equilibrio dei versanti. L'evoluzione della vegetazione è in genere lenta ed i processi pedogenetici lunghi, soprattutto su formazioni argillose ed ex pascoli. In genere la fase erbacea può prolungarsi anche in relazione a presenza di erosione superficiale: all'abbandono delle colture si accompagna l'abbandono della regimazione idrica è ciò in diversi casi genera processi erosivi. L'insediamento arbustivo ed arboreo dipende quindi da diversi fattori stazionali (pendenza, pedologia, microclima, ecc.) ma in diversi casi è stato rilevato che la presenza di nuclei di rinnovazione, anche grazie all'elevato carico di fauna selvatica (che può contribuire a diffondere semi di certe specie) può ridurre i tempi di colonizzazione e la composizione specifica dei boschi di neo-formazione.

La vegetazione legnosa si diffonde secondo un pattern frontale quando procede da un margine di bosco, oppure secondo un pattern nucleato, centrifugo, quando si allarga a macchia d'olio intorno ad un individuo (o a un piccolo gruppo di individui) isolato (Piussi, 2002)

In diversi casi, prevalendo fattori stazionali particolari, come su pendenze >30% e conformazione del campo ad impluvio (concavità), l'innescò di fenomeni gravitativi, in genere superficiali, può essere più legato all'abbandono.

Il rimboschimento avviene soprattutto in terreni di montagna o collina, utilizzati in precedenza come coltivi, prati falciabili e pascoli; esso si verifica più rapidamente in appezzamenti di piccole dimensioni, in genere situati in prossimità di zone boscate, oppure separati da altri appezzamenti, eventualmente di proprietari diversi, da muri o da siepi vive (Piussi, 2002)

La ripetizione dei rilievi sulle percentuali di copertura vegetale spontanea negli ex-coltivi, a distanza di 15 anni, nelle stesse aree, ha permesso di evidenziare alcuni modelli evolutivi che dipendono in modo diretto dalla matrice e dal degrado pedologico della stazione: ad esempio su ex pascoli oggetto di prolungato e forte carico spesso prevalgono lenti processi con lunghe fasi di praterie a brachipodio e ginepro; nel caso di ex seminativi su marne i processi sono più veloci e ad una fase più o meno lunga di copertura di arbusti eliofili (rovo, rosa canina, ginestra odorosa, prugnolo, sanguinello, olmo) segue un ingresso a macchie di specie arboree (frassini, aceri, ciliegio, sorbi, salicone) a seconda della composizione dei boschi vicini o di nuclei di rinnovazione. Le querce appaiono più lente e meno pronte all'ingresso nelle prime fasi. Colate di argilla ed aree pre-calanchive supportano lunghi processi di colonizzazione da parte di erbacee pioniere tra cui spiccano *Inula viscosa*, *Festuca arundinacea*, e varie specie dei generi *Poa* e *Lolium*. Mancando nell'area substrati acidofili, non sono stati evidenziati profili a prevalenza di specie pioniere eliofile tipiche di zone più alte, come felce aquilina, ginestra dei carbonai, rovo, lampone. La fauna, come già evidenziato, può giocare un ruolo positivo nei processi di dispersione del seme e negativo, soprattutto con carichi elevati, con frequenti danni alla rinnovazione (morsi, scortecciamenti, danni da calpestio e rimaneggiamento del suolo, ecc.)

In generale l'abbandono non sta causando, nonostante l'evidente propensione al dissesto del territorio, fenomeni significativi di instabilità idrogeologica, soprattutto in relazione alle non elevate pendenze dei campi. Il rimboschimento spontaneo genera invece un aumento del valore ecologico ed ambientale del territorio, una ricostituzione dei suoli degradati, una perdita diffusa di elementi del paesaggio rurale dell'età contemporanea.

Sulla base delle condizioni odierne dei nostri popolamenti forestali (da molti secoli gravemente debilitati) il reale potere regimante ed antierosivo del bosco può risultare sostanzialmente travisato. Per potere contribuire al ristabilimento dell'equilibrio fisico del nostro Paese il bosco, anche sulle superfici riguadagnate all'agricoltura, deve essere reso efficiente e, in un coordinato assetto, affiancarsi con criteri di complementarità alle opere di sistemazione dei fiumi in pianura e di regimazione delle acque, con vari mezzi intensivi ed estensivi, in montagna, dove il disordine idrico prende origine. (Susmel, op. cit.)

E' plausibile affermare come anche evidenziato da uno studio analogo effettuato sul versante toscano (Torta, 1997) che i processi erosivi nelle aree di alta e collina e montagna, non siano favoriti in modo preponderante dall'assenza di pratiche colturali, soprattutto su terreni a non elevato

tenore argilloso. Peyronel (1972) rileva come a seguito dell'abbandono "il terreno non rimane scoperto e quindi non subisce fenomeni di erosione e ruscellamento; esso viene consolidato dalle radici delle piante perenni che via via subentrano alle arvensi prevalentemente annue". Se in alcune aree geografiche italiane, le peculiari condizioni climatiche e stagionali possono agevolare il processo di rimboschimento spontaneo, in ambiente appenninico lo sviluppo spontaneo di cenosi arboree può essere preceduto da fasi dominate dalla copertura arbustiva che possono permanere per decenni, favorendo nel tempo, in determinate condizioni morfologiche, fenomeni erosivi. Attraverso il controllo ed il monitoraggio dei processi evolutivi, nelle aree più delicate, è possibile ipotizzare mirati ed estensivi interventi di sistemazione idraulico-forestale o di ingegneria naturalistica (regimazione idraulica, impianto specie arbustive, semine, ecc.) limitatamente ai casi in cui il potenziale dissesto (con rischio infrastrutturale, idraulico, antropico) sia accompagnato da dinamiche lente (suoli compatti, poveri) ed erosione diffusa, prevedendo anche un eventuale arricchimento della composizione floristica spontanea con utilizzo di specie minori o scarsamente rappresentate per mancanza di nuclei di diffusione.

Da un confronto tra antropizzazione recente ed abbandono del territorio, sembra molto più diretta la correlazione tra instabilità ed espansione delle infrastrutture che tra instabilità e abbandono, soprattutto in un'area come quella in esame ove il dissesto, secondo le conoscenze attuali, interessa vaste porzioni di versanti (oltre il 70% della superficie totale) e l'urbanizzazione si è negli ultimi anni concentrata su ampie e fragili aree di fondovalle, creando nuovi insediamenti ed ampliando le reti infrastrutturali.

5.4 Gli interventi realizzati

Lo studio ha permesso di valutare, su frane localizzate in ambienti stagionali non semplici per il recupero vegetazionale, sia per fattori pedologici che microclimatici, diverse e più o meno "innovative" soluzioni progettuali, tipiche delle sistemazioni idraulico forestali e dell'ingegneria naturalistica. Il notevole e storico bagaglio di esperienze e casi, per quanto riguarda le sistemazioni idraulico forestali, rappresenta un patrimonio che, per il vasto e prolungato impiego nell'area esaminata, andrebbe valorizzato e recuperato sia per aspetti tecnici che di testimonianza storica (in alcuni casi lo si sta già facendo). Per quanto riguarda l'ingegneria naturalistica, si dispone di un certo numero di esperienze già realizzate da un periodo sufficientemente lungo per potere definire alcune criticità e prospettive connesse a stazioni particolarmente difficili per clima e substrato.

L'analisi degli interventi e delle opere realizzate ha quindi permesso di fornire, oltre ad una panoramica su tecniche ed interventi realizzati, indicazioni per un corretto utilizzo di metodi e materiali, evidenziando in molti casi, limiti connessi ad una inadeguata conoscenza delle caratteristiche ecologiche delle stazioni di intervento, difficoltà a reperire manodopera specializzata, e, in diverse situazioni, limiti di impiego di tecniche e specie vegetali, in ambienti appenninici. Per quanto riguarda gli interventi di ingegneria naturalistica su versante, la palificata, la gradonata e la palizzata viva risultano le tipologie più diffuse, con ampio impiego di legno di castagno come materiale strutturale, talee di salice arbustivo (in prevalenza *Salix purpurea*) e piantine radicate di ginestra (*Spartium junceum*). Le dinamiche relative all'attecchimento risultano dipendere da diversi fattori stagionali a appaiono discontinue, soprattutto per quanto riguarda il salice. Oltre al fattore ecologico connesso alla presenza di umidità nel terreno, lo sviluppo delle talee e la sopravvivenza dopo almeno due stagioni vegetative sono condizionati da fattori come l'ombreggiamento, la corretta tecnica di impianto, l'eccessivo prolungamento della siccità estiva, spesso frequente in Appennino. L'impiego delle talee su versante risulta quindi difficile: spesso ad una buona percentuale di attecchimento (che corrisponde in genere al fatto che il substrato argilloso trattiene acqua disponibile alle piante) segue, dopo pochi anni, una diffusa mortalità. Altre specie utilizzate a radice nuda sembrano rispondere meglio a condizioni stagionali con estati aride ed inverni rigidi: la ginestra odorosa, l'orniello, l'acero campestre, il ligustro, il prugnolo, hanno evidenziato una

maggiore resistenza nel tempo anche a fronte di frequenti danni da fauna selvatica (morso di ungulati, scortecciamento, calpestio). Appare quindi importante, oltre ad una corretta esecuzione degli interventi (stagionalità, cura nella scelta e nella posa del materiale vegetale, ecc.) un adeguato studio delle caratteristiche microclimatiche ed edafiche della stazione su cui si opera. Per quanto riguarda i salici nello specifico, la specie a maggiore resistenza e vigoria è risultata il *Salix alba*, che rispetto alle specie arbustive ha fornito risultati più costanti anche se a volte, a causa dell'eccessivo ingrossamento della base, ha provocato danni localizzati sulla parti strutturali se presenti (pali in legname, reti metalliche, stuoie antierosive, ecc.). Nei casi in cui l'uso delle talee di salice è stato combinato all'impianto di arbusti radicati di altre specie, i risultati sono sempre stati buoni, con maggiore valore eco-strutturale dell'intervento. Anche la combinazione di semina e idrosemina con posa di stuoie di varia natura ha fornito buoni risultati, a parte alcune problematiche connesse alle difficoltà tecniche nelle operazioni di messa in opera dei materiali (stuoie troppo rigide tendono ad adattarsi con difficoltà ai profili dei terreni, specialmente se non omogenei ed a volte una riprofilatura preventiva non risulta economicamente conveniente). Anche la fauna (ungulati) sembra creare in molti casi, danni alle stuoie. L'effetto immediato di copertura del terreno generato dall'idrosemina, su colate argillose, nel caso di versanti stabilizzati, ha permesso, contenendo l'erosione superficiale, un successivo ingresso di specie spontanee pioniere, che combinandosi con quelle introdotte artificialmente e sostituendosi gradualmente ad esse, ha in genere favorito buoni risultati di copertura nel tempo, anche su substrati molto poveri. *Inula viscosa* (il cui seme non è comunque disponibile in commercio) sembra giocare un ruolo principe tra le prime specie spontanee a colonizzare i corpi di frana stabilizzati, con una veloce e costante diffusione spaziale. La difficoltà di insediamento della copertura erbacea in diversi casi è dovuta in parte ai processi erosivi, in parte alla mancanza di fattori pedologici adeguati. In queste situazioni sono stati raggiunti risultati apprezzabili intervenendo sulla pendenza del versante mediante la creazione di piccoli terrazzamenti ottenuti con la realizzazione manuale di palizzate, graticciate, cordonate dotate di idonea pendenza al fine di evitare ristagno idrico. Su questi micro-terrazzi, realizzati a scacchiera (ad esempio in corrispondenza delle nicchie di distacco dei movimenti franosi, ove la pendenza in genere si mantiene più accentuata) si è registrato uno spontaneo e più durevole insediamento di specie pioniere, che spesso è il primo passo verso una più omogenea copertura del suolo. Risultati ottimali sono stati raggiunti integrando le diverse tecniche (semine, idrosemine o materiali preseminati realizzate sui terrazzi). Indubbiamente l'azione combinata di una razionale ed efficace regimazione idrica superficiale, diffuse opere a verde (palizzate, graticciate, cordonate vive) a formare terrazzi e gradoni nelle zone a maggiore pendenza e idrosemina sembrano potere svolgere effetti positivi che favoriscono e velocizzano i tempi per l'ingresso di una copertura vegetale diffusa ed omogenea di specie pioniere. La copertura erbacea, accompagnata a condizioni di "stabilità", cioè in assenza di cause scatenanti che possano riattivare le frane, favorisce un lento ingresso di arbusti (ginestra, olmo, prugnolo, sanguinello, biancospino) che sembrano essere comunque preceduti da processi pedogenetici lunghi. Per quanto riguarda i materiali, l'utilizzo quasi esclusivo di pali di castagno, con o senza corteccia, anche dopo diversi anni ha evidenziato buoni risultati, soprattutto quando le tecniche di costruzione hanno seguito metodi corretti (chiodatura, intreccio, ecc.) dimostrando buona versatilità e soprattutto relativa facilità di reperimento, in aree dove i castagneti abbondano e sono scarsamente utilizzati. La palificata ha evidenziato buone capacità meccaniche quando impiegata su versante, mentre nei casi in cui è stata utilizzata come difesa spondale è stata in diverse situazioni soggetta a problemi come svuotamento o asportazione di parti a causa dell'azione idrica in caso di piene.

In relazione agli interventi di regimazione idraulica, oltre ad evitare la realizzazione di drenaggi sotterranei all'interno dei corpi di frana (difficilmente controllabili nel caso di danneggiamenti e particolarmente dannosi se danneggiati), privilegiandone la realizzazione ad esempio a monte delle nicchie di distacco, su terreni agricoli o boscati), è risultato particolarmente vantaggioso l'investimento economico finalizzato a realizzare opere accessorie ai fossi superficiali: brigliette, soglie in massi, tronchetti o fascine, stuoie antierosive sulle scarpate, inerbimenti artificiali e posa di

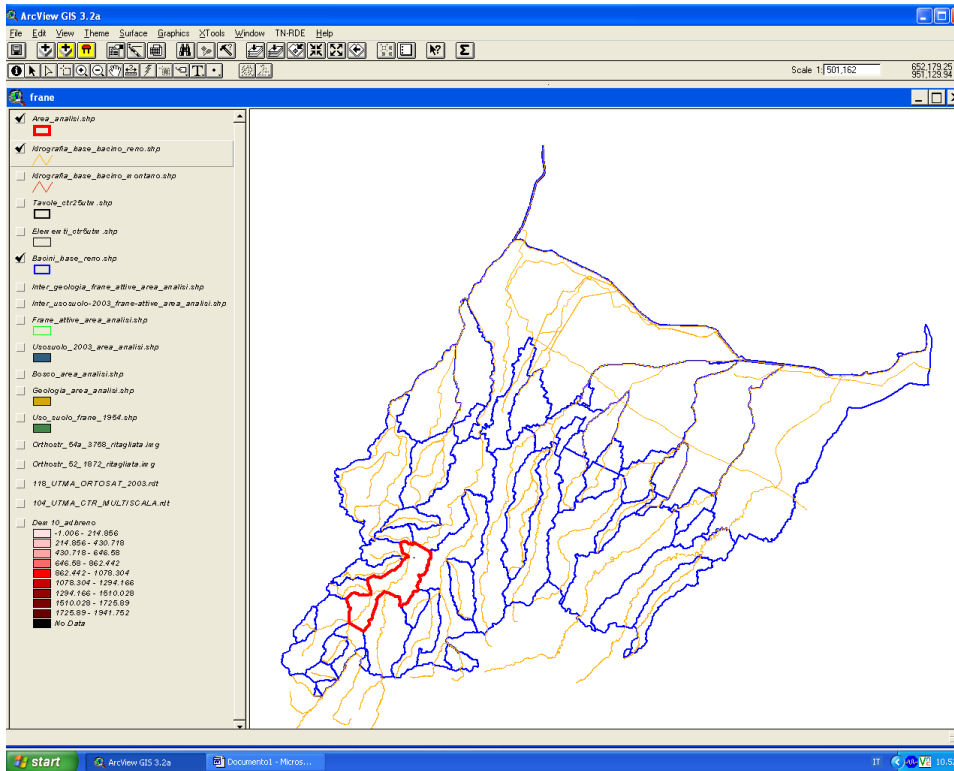
talee o arbusti ai bordi; in genere soluzioni che rallentando l'erosione di fondo o laterale, si sono rivelate particolarmente vantaggiose per la durata dei fossi stessi, per loro funzione facilmente sottoposti ad essere deteriorati ed erosi, specialmente se portano molta acqua ed in versanti a regime torrentizio. Anche per la realizzazione di queste opere è apparso particolarmente importante prestare particolare attenzione alle corrette tecniche di impianto: le brigliette ad esempio tendono molto facilmente ad essere aggirate, sifonate, scalzate, soprattutto quando non opportunamente dimensionate in quantità (troppo rade) e non correttamente intestate lateralmente. Se uno dei problemi di questi interventi, specialmente se realizzati con fondi pubblici, resta la manutenzione successiva, si è rivelato strategico individuare soluzioni progettuali il più possibile in grado di resistere nel tempo ed autosostenersi con minimi interventi di manutenzione. In questo senso, l'uso di opere vive, in cui la vegetazione assume gradualmente un ruolo di sostegno e si sostituisce alla parte strutturale che tende a deteriorarsi, appare una scelta appropriata. In alcuni casi potrebbe essere necessario operare individuando soluzioni che non prevedano se possibile alcun intervento successivo di manutenzione, autosostenendosi nel tempo. Per quanto riguarda le tipologie e le caratteristiche dei fossi, (collettori principali lungo le linee di impluvio, o rete secondaria di raccolta su versante, con moderate pendenza), oltre alle opere accessorie sopracitate, si sono rivelati fattori importanti per una efficace funzionalità dei manufatti:

- la densità (che dipende direttamente dalle caratteristiche dei versanti, dalla pendenza, dalla natura dei terreni); vi sono diversi modelli e formule per calcolarne una corretta densità nello spazio, anche se spesso il dimensionamento quali-quantitativo viene fatto in base ai fondi disponibili;
- le caratteristiche delle sezioni di deflusso (larghezza, pendenza delle scarpate, ecc.) che hanno fornito risultati diversificati: sezioni strette, se velocemente realizzabili (spesso basta una benna dimensionata) sono apparse facilmente deteriorabili rispetto a sezioni più larghe e meno profonde, però più costose e più difficili da presidiare con opere trasversali;
- la pendenza (che deve essere correttamente calcolata in modo che il trasporto idrico sia veloce ma non troppo): in genere pochi gradi bastano.

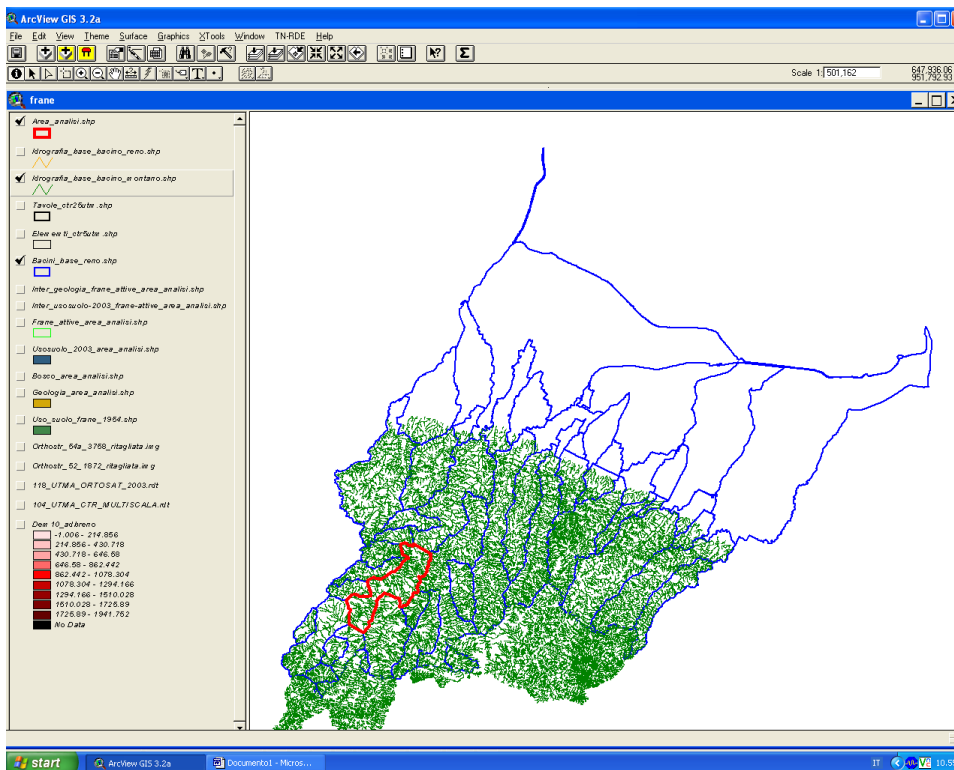
In conclusione, la fragilità idrogeologica dell'Appennino bolognese è un fattore determinato in modo preponderante da elementi naturali, connessi alle caratteristiche stesse della montagna, ai suoi aspetti litologici, climatici, ed ai processi geo-morfologici. Le trasformazioni antropiche in molti casi possono però contribuire a favorire od accelerare processi di instabilità soprattutto nel caso in cui apportino modifiche rilevanti all'assetto dei versanti (disboscamenti, movimenti di terreno, impermeabilizzazioni, ecc.). Ciò rende necessaria una gestione del territorio supportata dalle diverse conoscenze scientifiche e tecniche di cui attualmente si dispone mediante un continuo confronto tra le esigenze antropiche ed i limiti dettati dalle caratteristiche ambientali, in un processo di crescita sostenibile affiancato da tecnologie e soluzioni in cui la ricerca agro-forestale può indubbiamente fornire valide e consolidate esperienze di indirizzo. La conoscenza scientifica dei processi naturali (biodiversità, interdipendenza, impermanenza) e delle conseguenze dell'impatto antropico sull'ambiente (sia nel caso dell'abbandono che dell'uso o della trasformazione delle risorse) appaiono quindi centrali per attuare un uso del suolo consapevole e sostenibile.

Cap. 6 Appendice

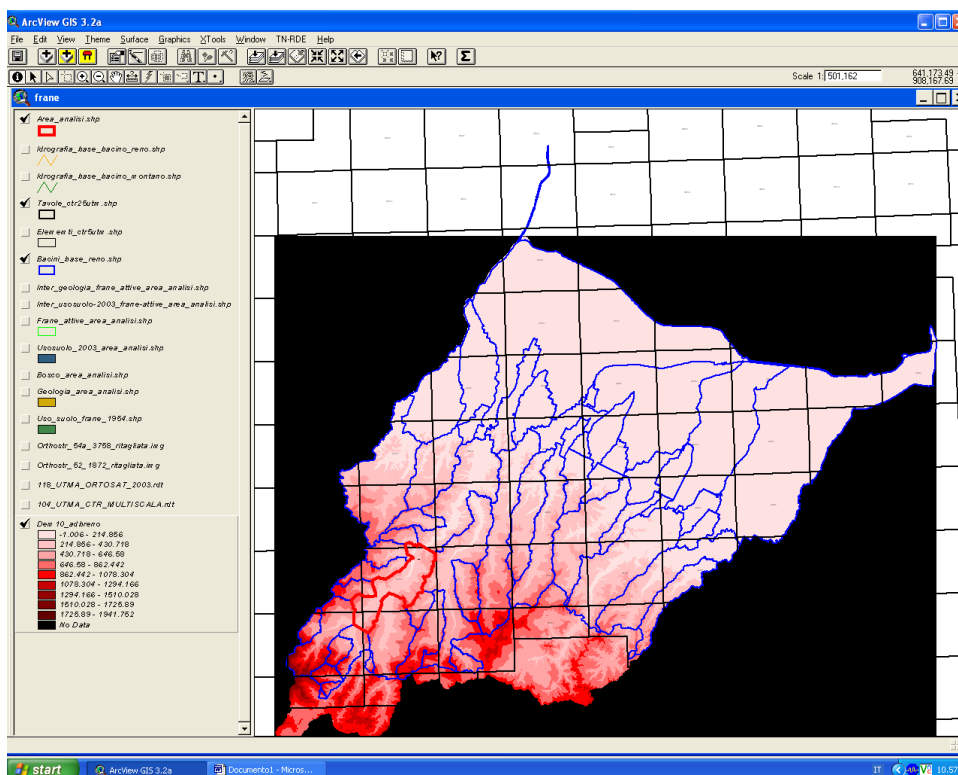
6.1 Esempi di elaborazioni cartografiche GIS (scala varia)



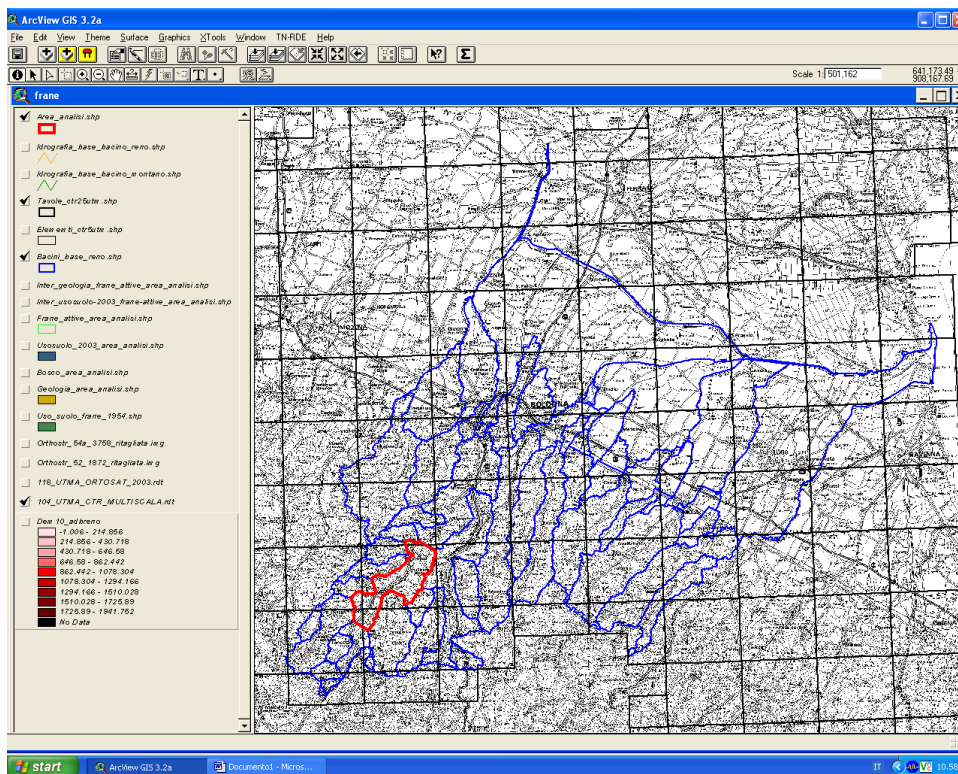
Bacino, rete idrografica principale ed area di studio



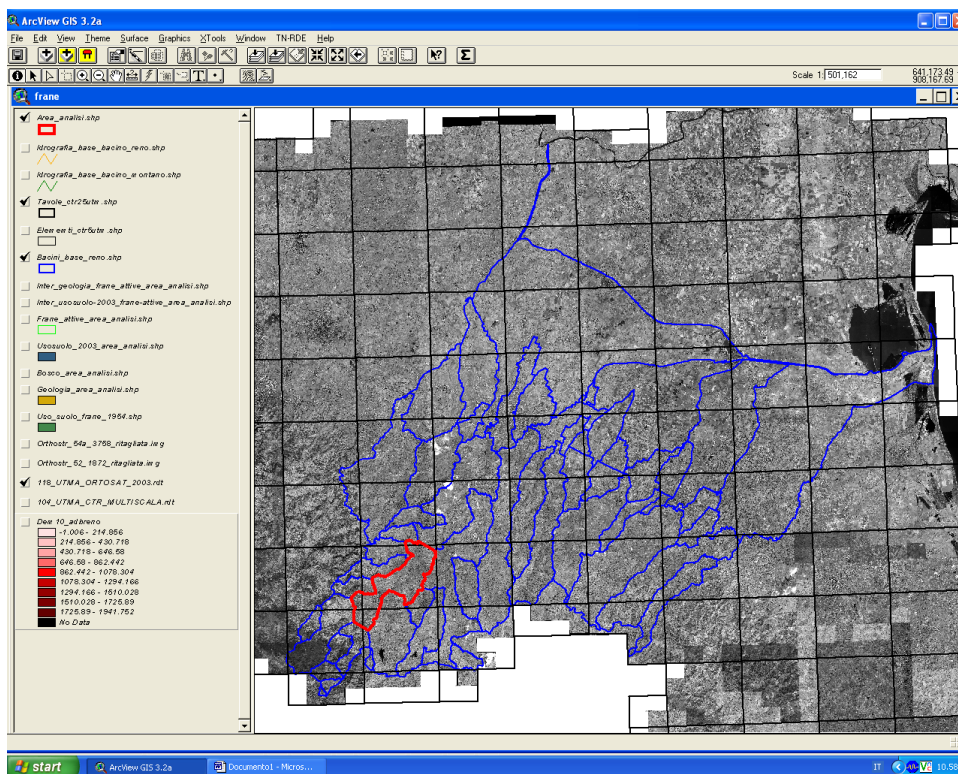
Bacino, rete idrografica secondaria ed area di studio



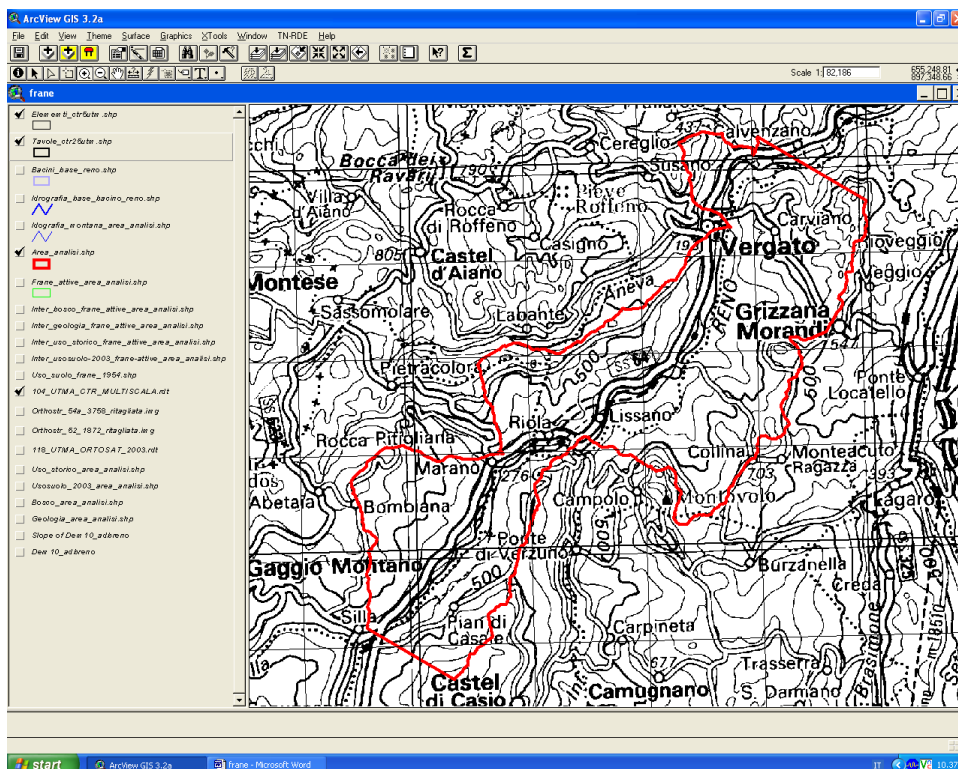
Bacino, D.E.M. ed area di studio



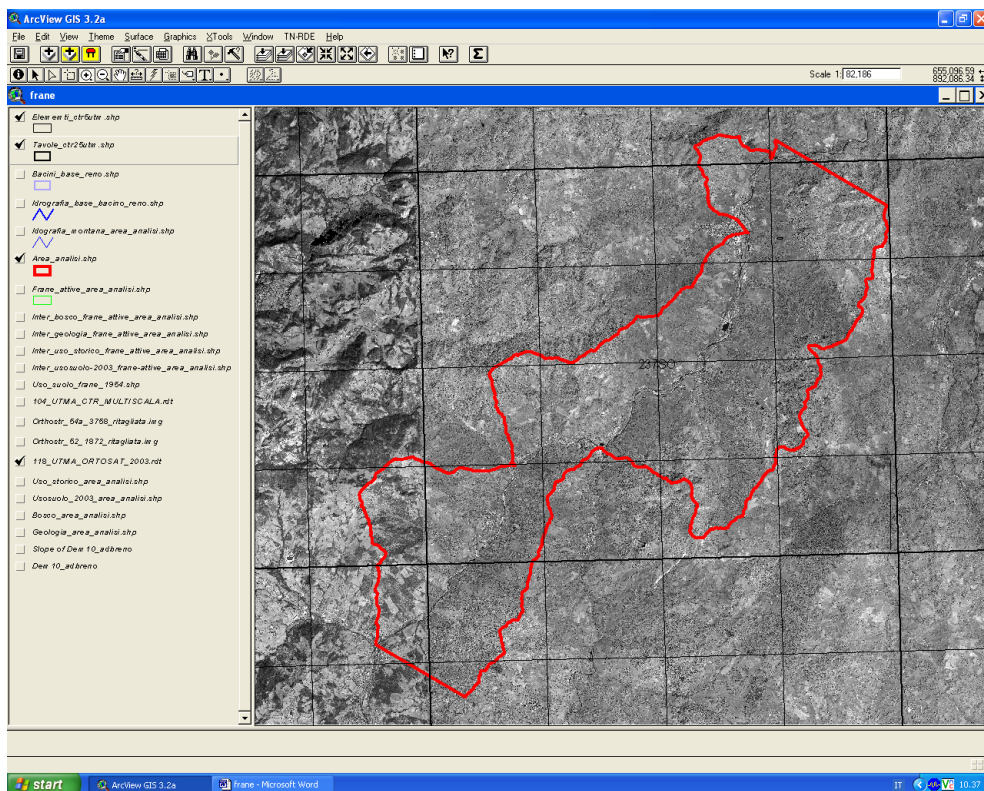
Bacino, cartografia topografica regionale ed area di studio (scala 1:500.000ca)



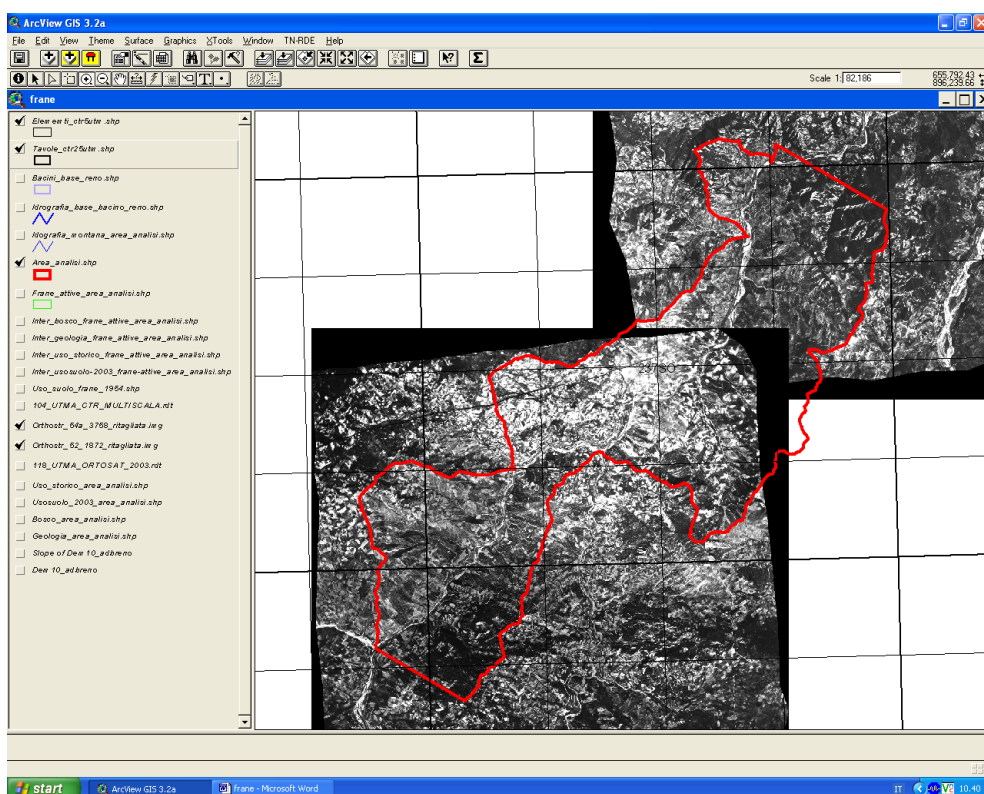
Bacino, foto satellitari 2003 ed area di studio



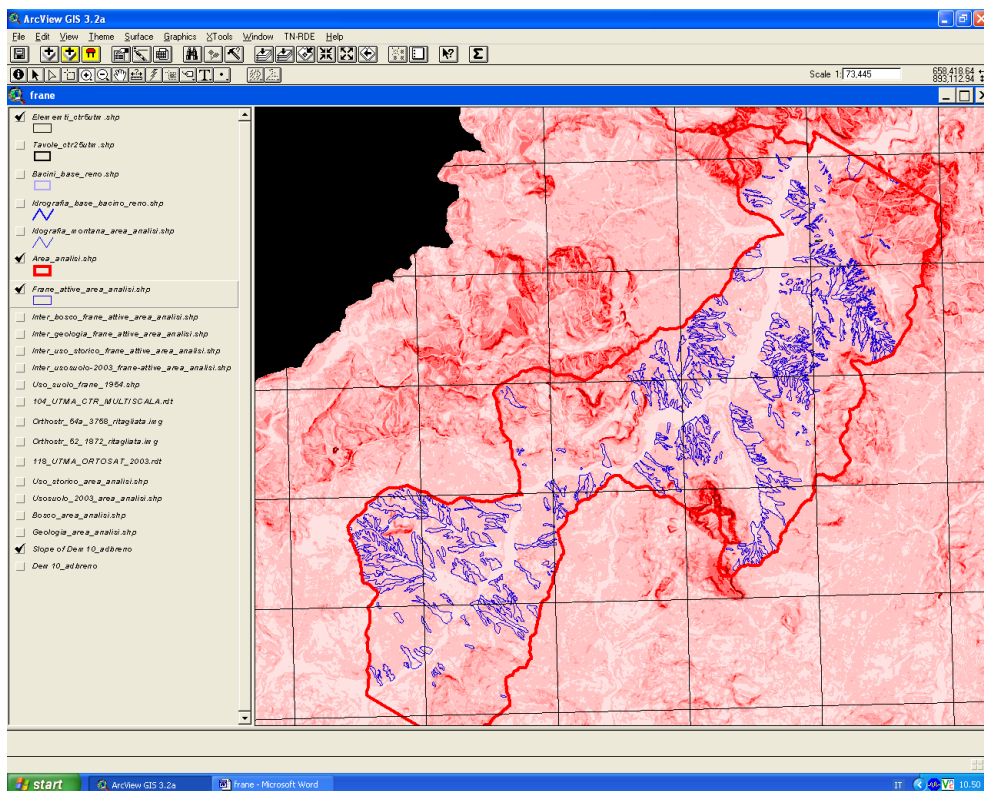
Area di studio e CTR (scala 1:80.000ca)



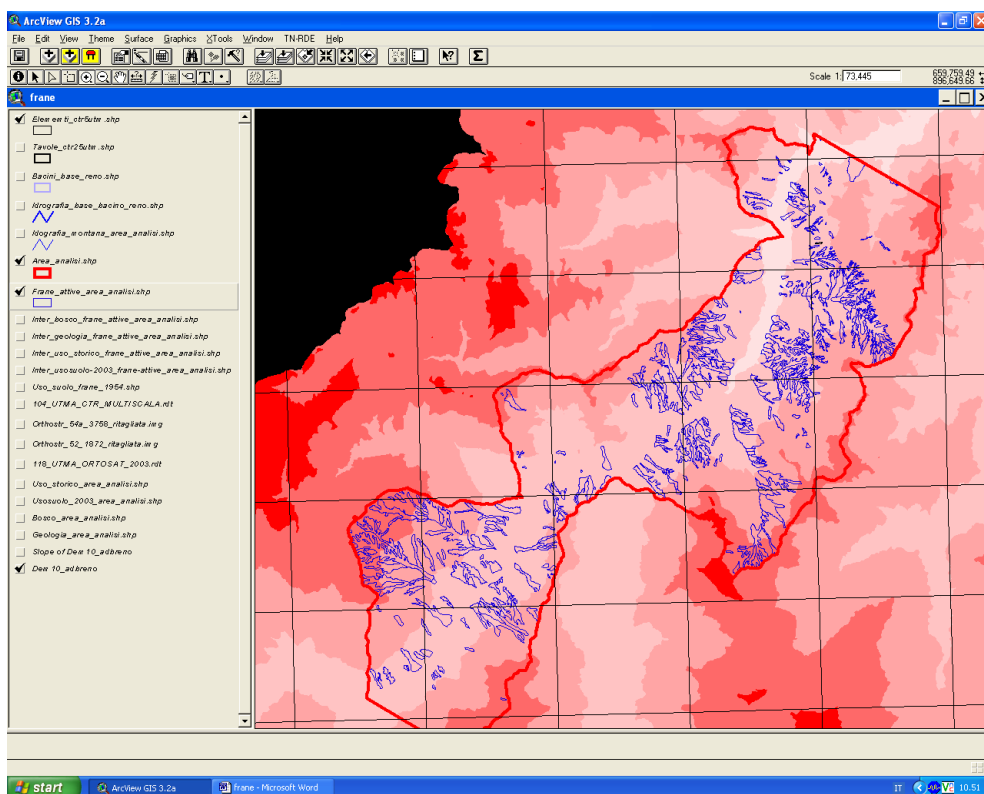
Area di studio e immagini satellitari 2003



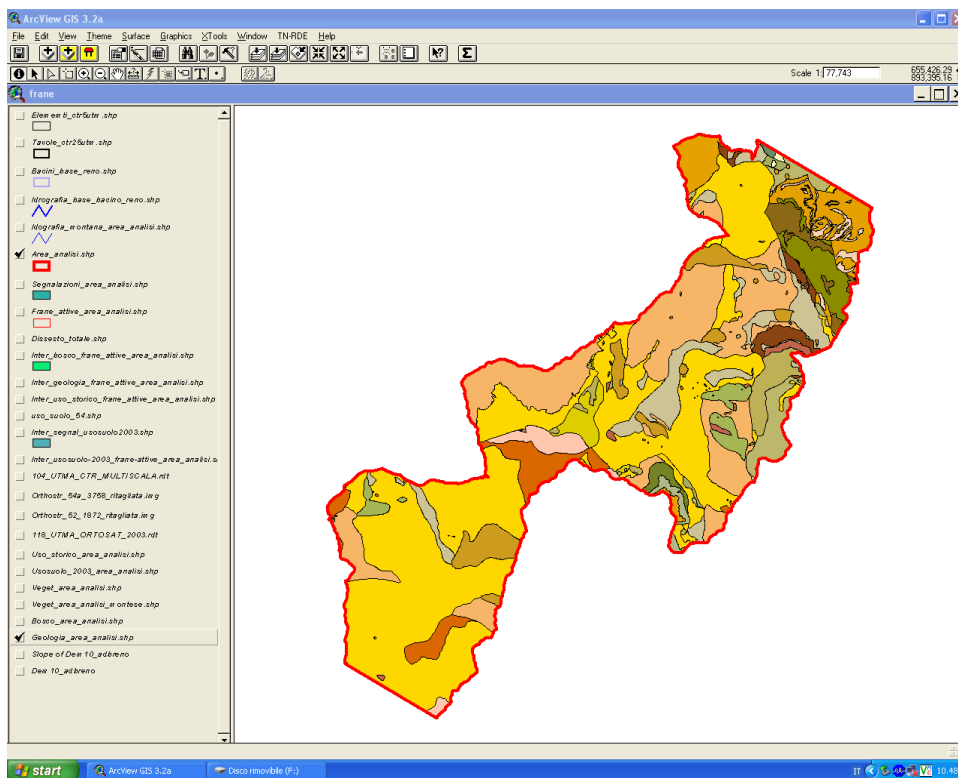
Area di studio e foto aeree 1954



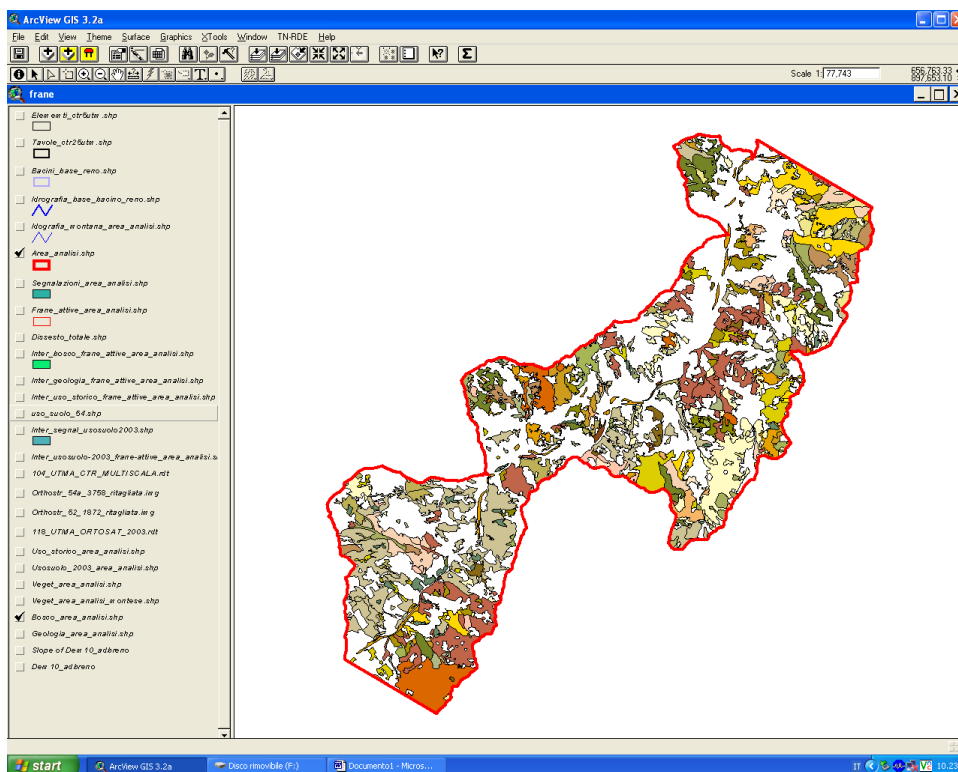
Area di studio e modello pendenze (in azzurro frane attive)



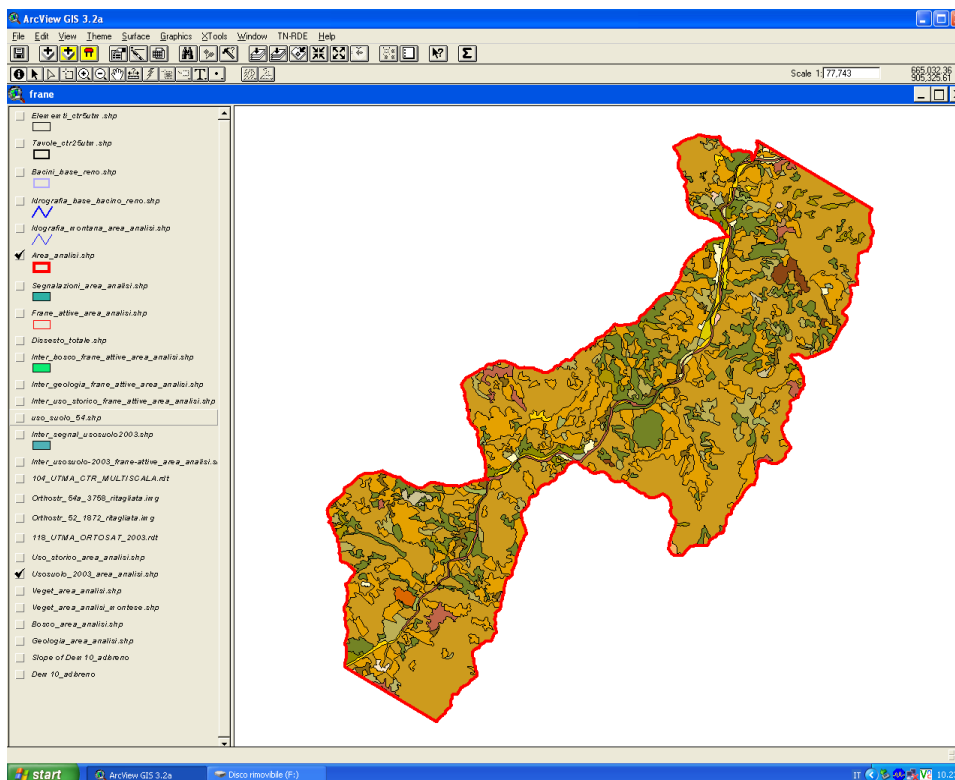
Area di studio e DEM (in azzurro frane attive)



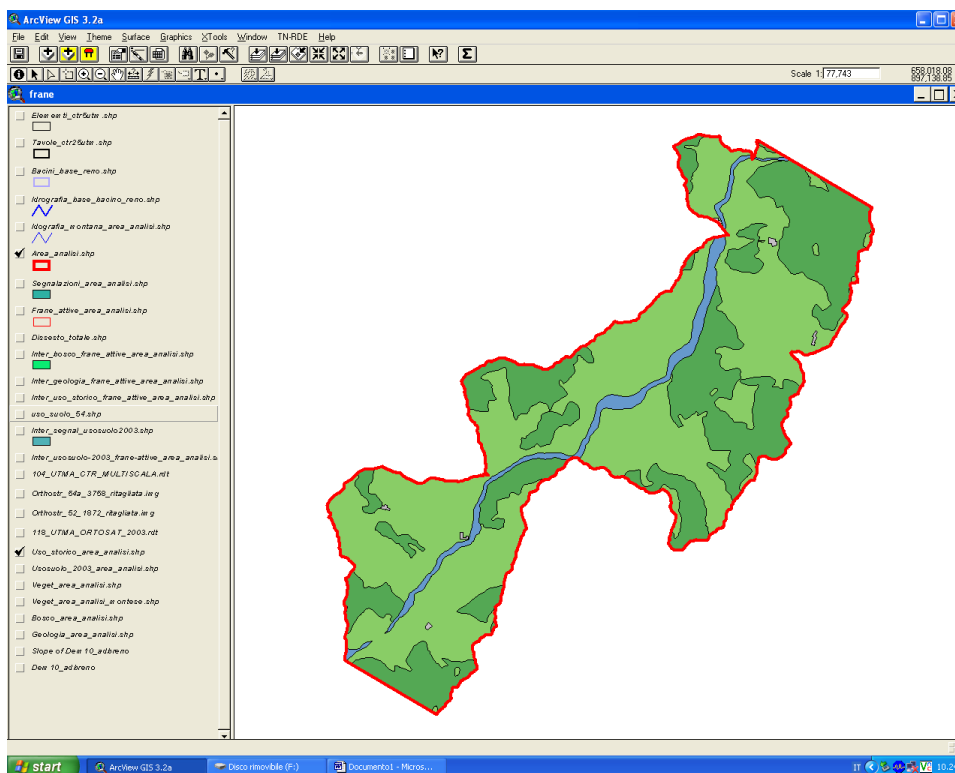
Area di studio e cartografia geologica regionale



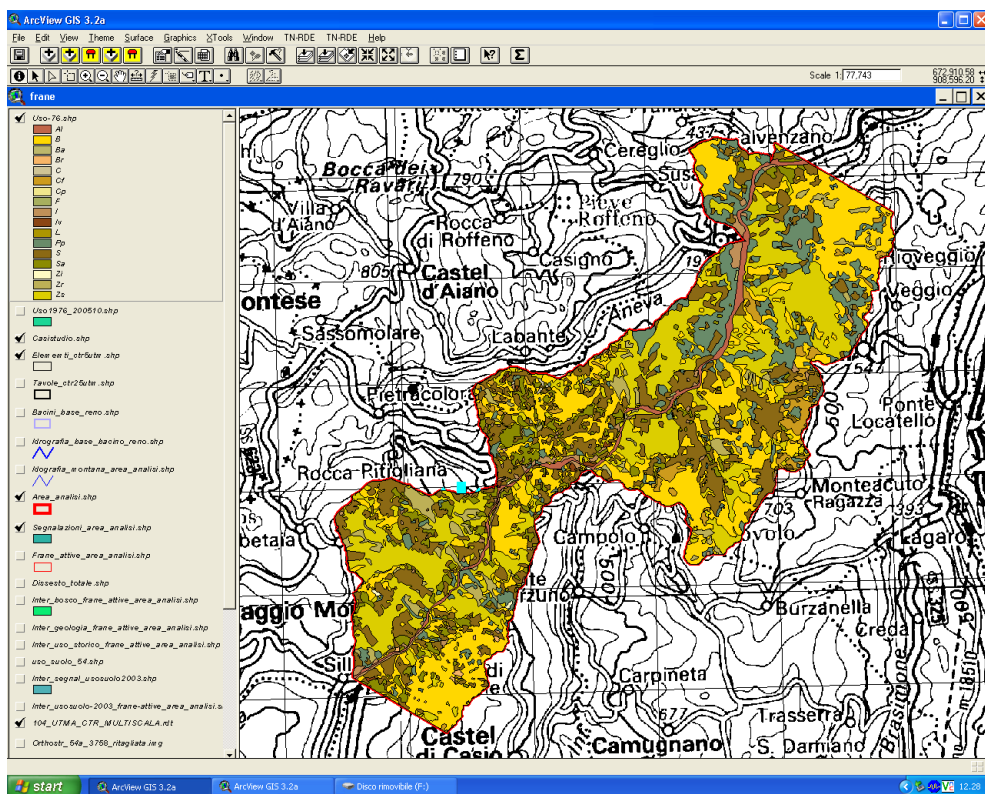
Area di studio e carta del bosco 2003 (provincia di BO)



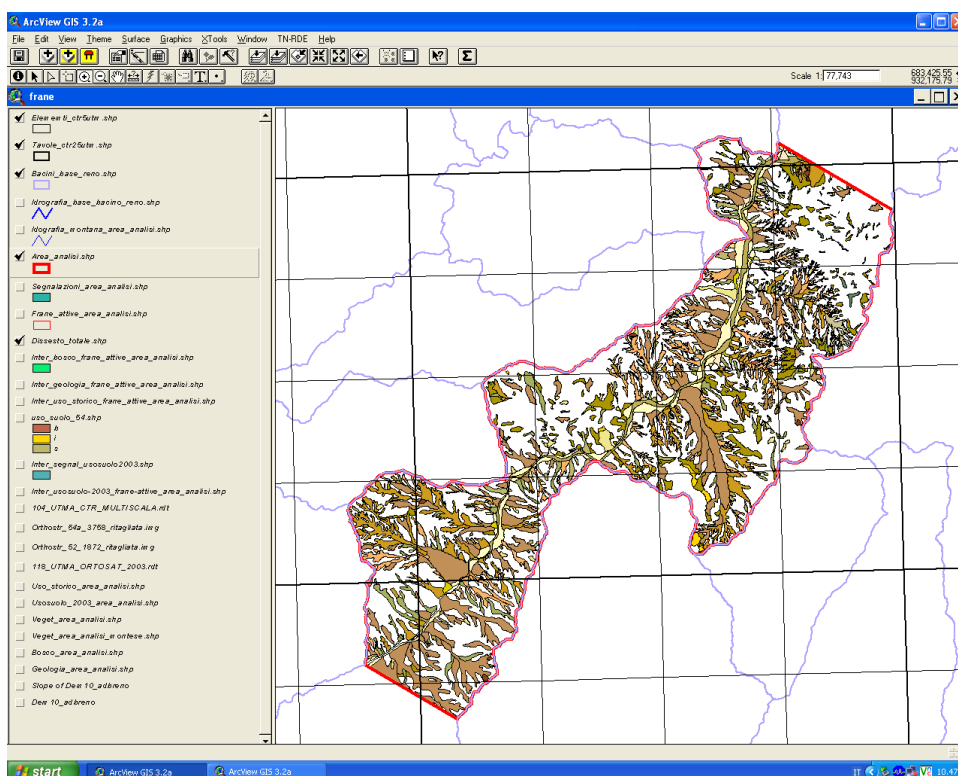
Area di studio ed uso suolo 2003 (Regione Emilia-Romagna)



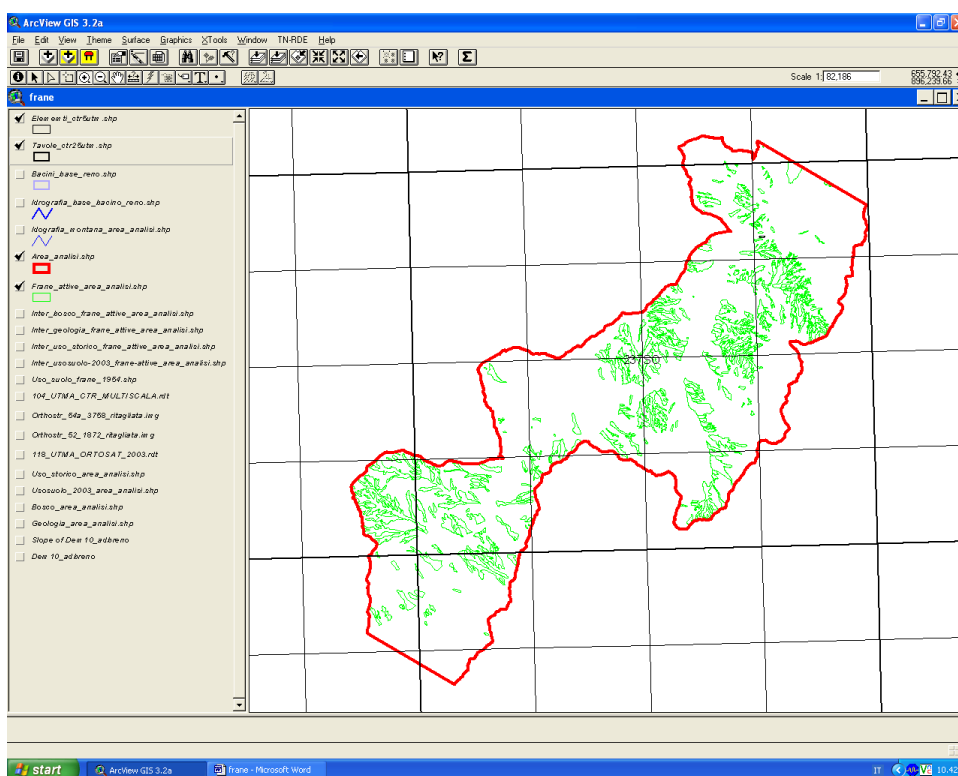
Area di studio ed uso suolo 1880 (regione Emilia-Romagna)



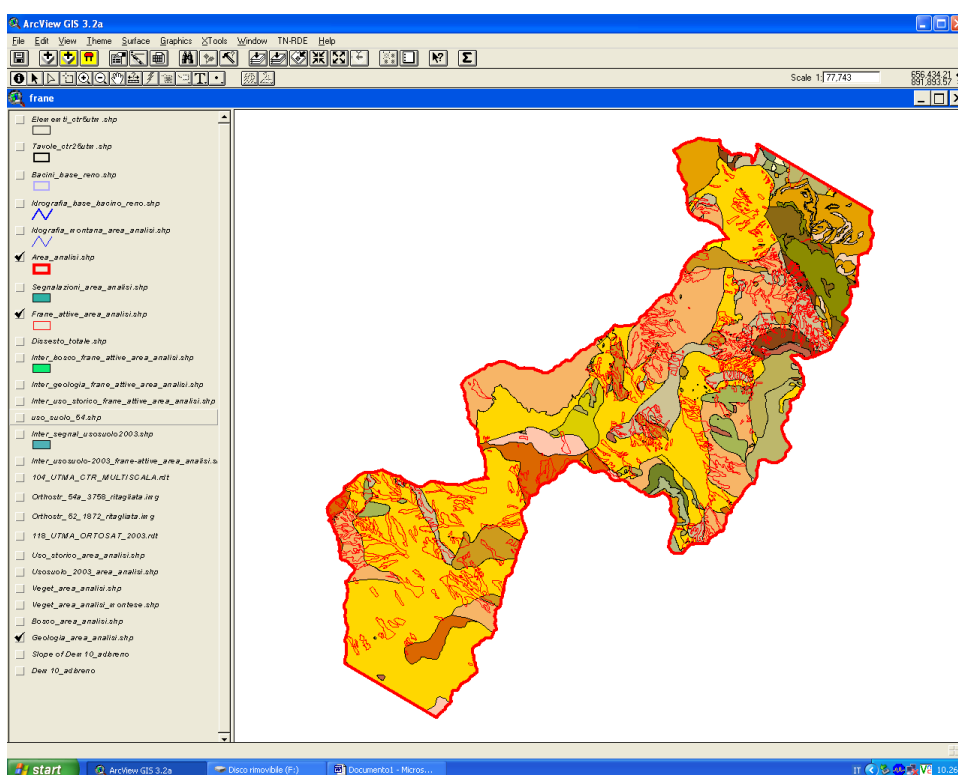
Area di studio ed uso suolo 1976 (Regione Emilia-Romagna)



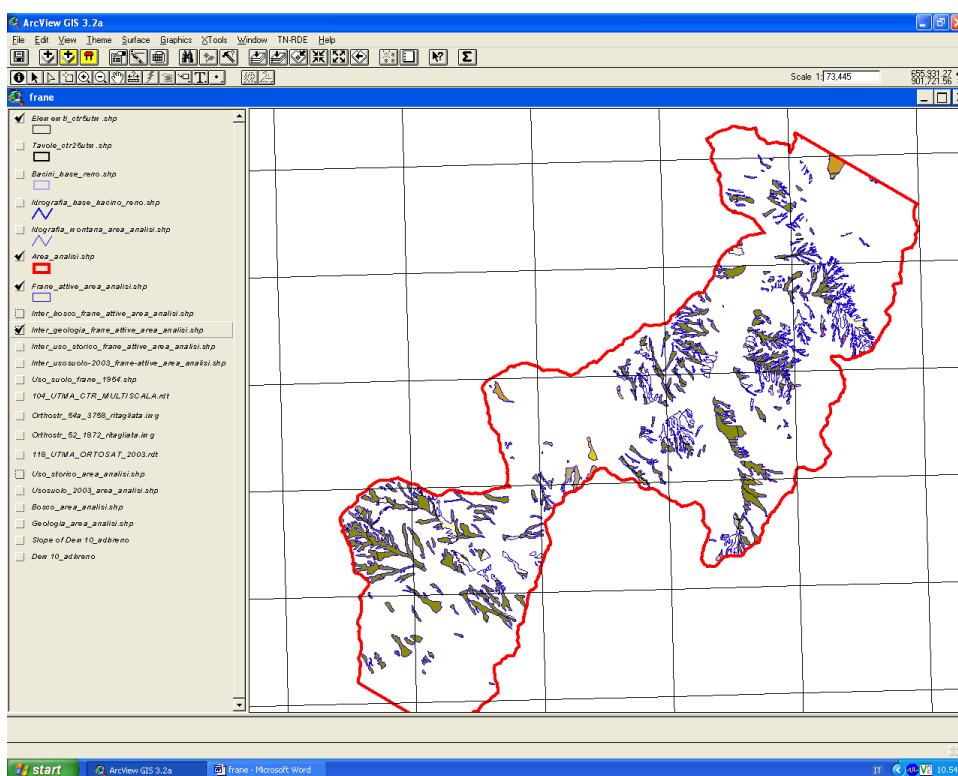
Area di studio e cartografia regionale del dissesto



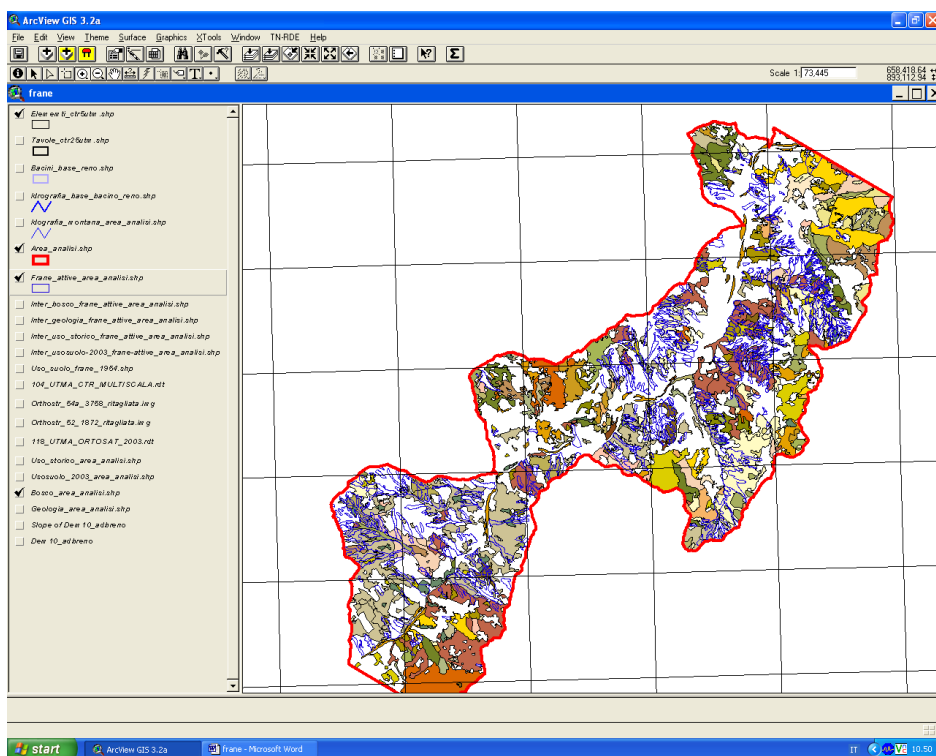
Area di studio e frane attive storiche (RER e Autorità Bacino Reno)



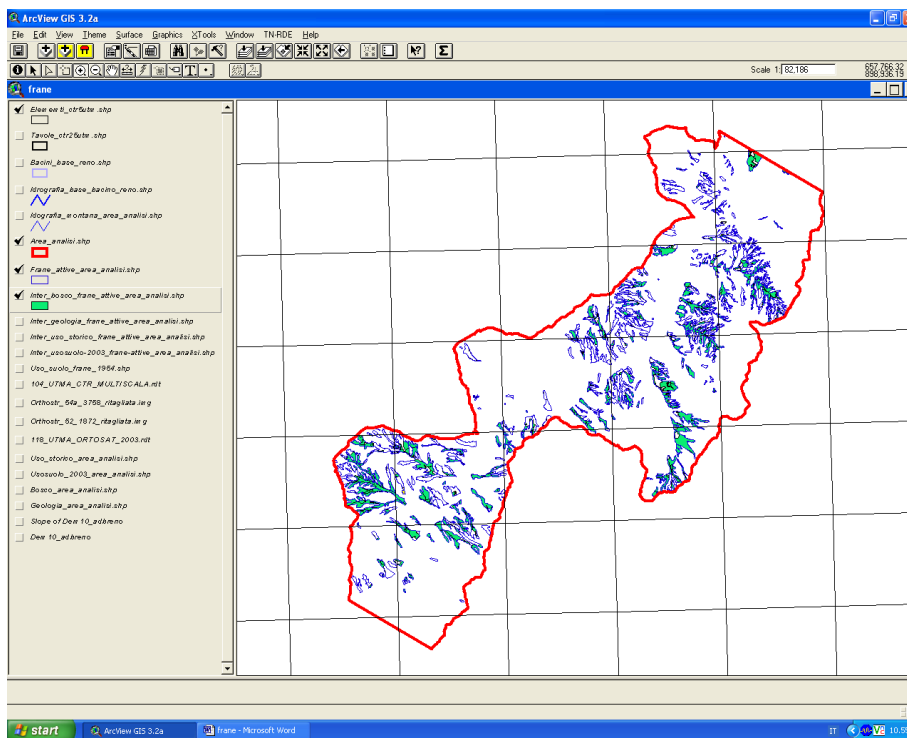
Area di studio, frane attive e formazioni geologiche



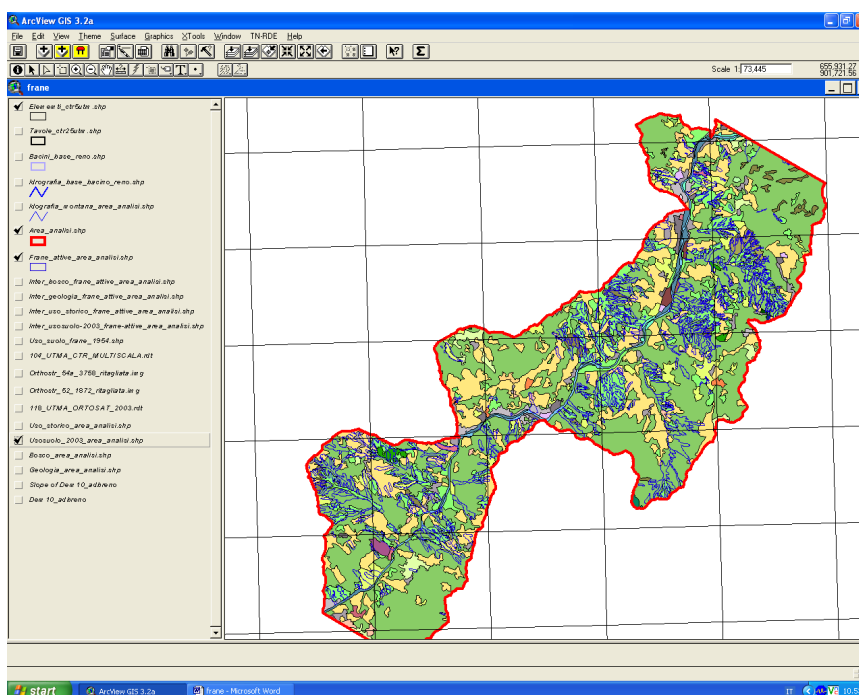
Area di studio, incrocio tra frane attive e formazioni geologiche



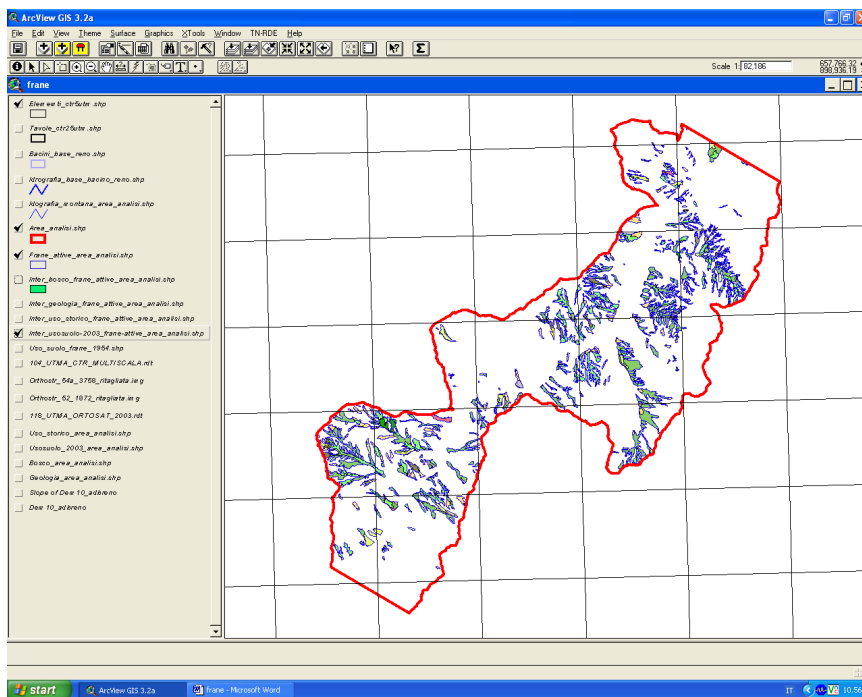
Area di studio, bosco e frane attive



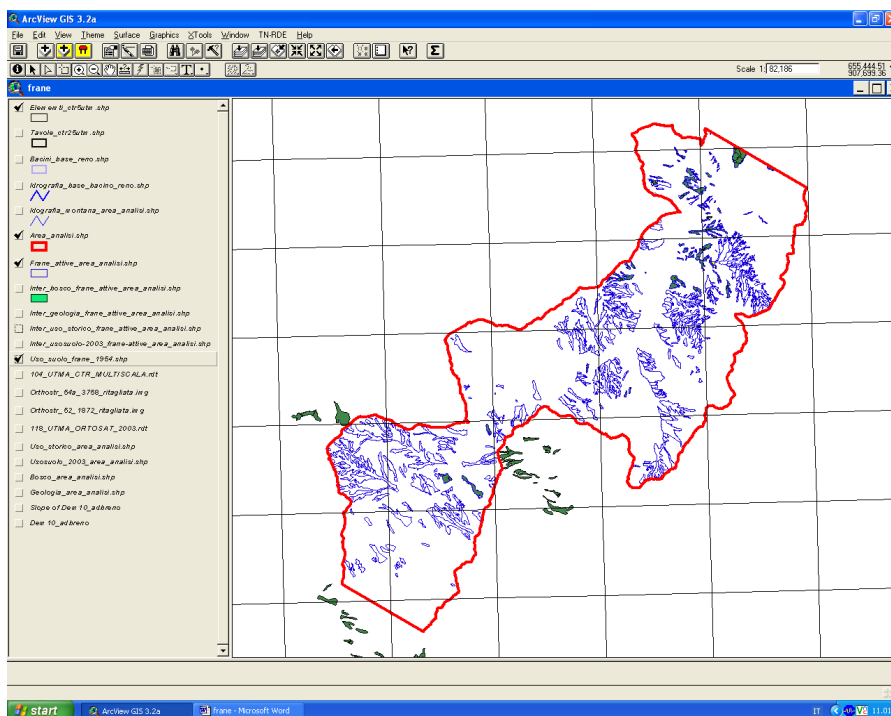
Area di studio, incrocio tra frane attive e bosco



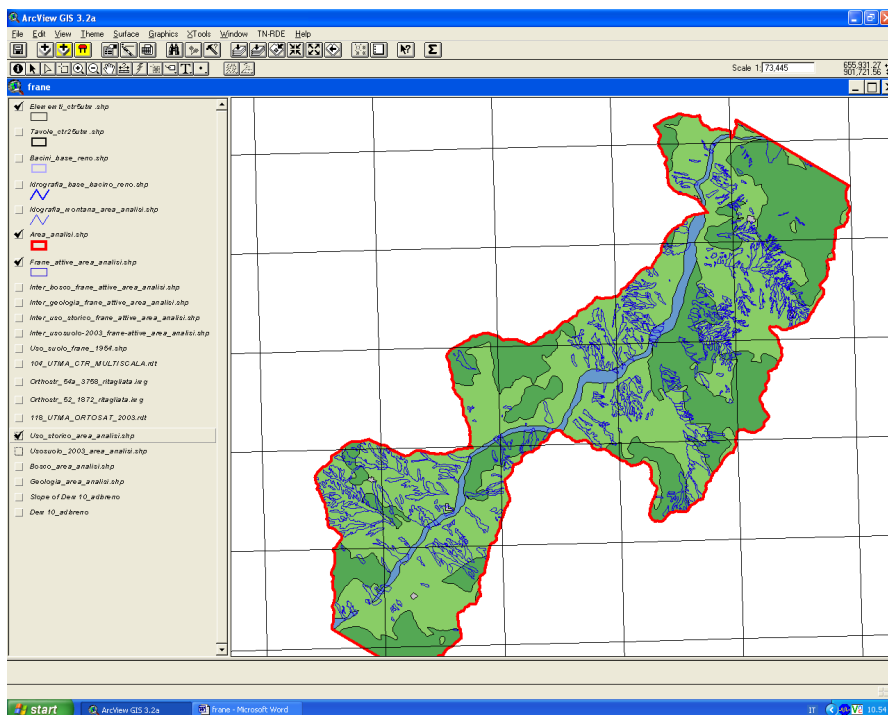
Area di studio, frane attive ed uso suolo 2003



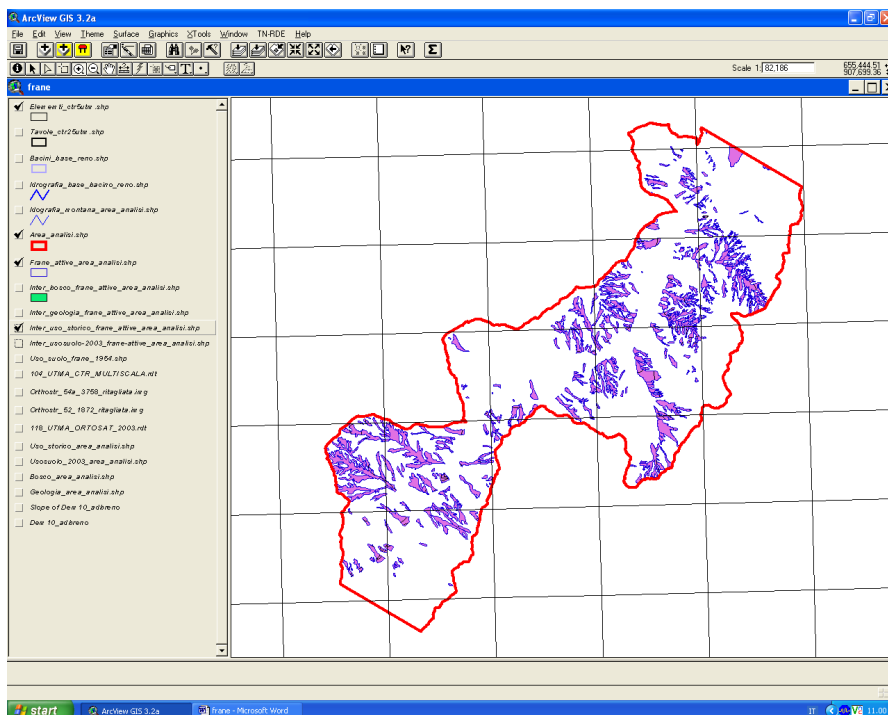
Area di studio, incrocio tra frane attive e uso suolo 2003



Area di studio, frane attive e uso suolo 1954



Area di studio, frane attive e uso suolo 1880



Area di studio, incrocio tra frane attive e uso suolo 1880

6.2 Descrizione ed analisi di caso studio: la frana di Ca di Malta (Grizzana M.)

La frana di Ca di Malta per i suoi lenti cinematismi e per il volume limitato di materiale coinvolto nel franamento, presenta alcuni importanti elementi esposti al rischio che la rendono comunque meritevole di attenzioni particolari, tra questi: la prossimità di un'importante strada provinciale che collega i Comuni di Vergato e Grizzana Morandi, la vicinanza di alcuni edifici alle nicchie principali, il potenziale rischio di allagamento di alcune porzioni dell'abitato di Vergato in caso di ostruzione del Fiume Reno. Le più recenti fasi di riattivazione hanno fatto sì che il caso in esame venisse inserito tra quelli segnalati alla Protezione Civile Regionale per una richiesta di intervento e siano di conseguenza stati realizzati i lavori in due fasi, tra il 2001 ed il 2004.

Il substrato dell'area di frana è rappresentato dalla Formazione delle Argille a Palombini e dalla Formazione delle Argille Variegate, appartenenti all'unità strutturale più alta (Liguridi) della catena Nord- Appenninica. Negli strati più superficiali si ritrovano materiali a componente argillosa alterati. La frana è di tipo complesso e riattivato e consta di un iniziale scivolamento roto-traslativo e di una successiva colata che si estende sino al fondovalle. Le prime informazioni riguardanti la storia del versante dissestato di Ca' di Malta risalgono al 30 maggio 1914 (Archivio di Stato, 1914; Autorità di Bacino del Reno, 1998). Si riportava, infatti, della distruzione di parte della strada per Vergato a Carviano in località Ca' di Malta. Da allora la frana è rimasta presumibilmente quiescente o, quanto meno, i movimenti sono sempre rimasti entro una soglia accettabile fino al 1996 quando nel mese di ottobre si verifica un'intensa fase di attività franosa che porta alla parziale distruzione della difesa spondale in gabbioni posta alla base del versante (non si hanno informazioni riguardo alla sua realizzazione), alla quasi totale occlusione dell'alveo del Fiume Reno e alla distruzione completa del tratto di strada comunale. Il fianco destro ha inoltre lambito l'edificio posto sotto strada in località Ca di Malta. A seguito del preoccupante franamento, il Comune di Grizzana Morandi esegue un intervento di emergenza consistente essenzialmente in una sistemazione del versante mediante l'asportazione dell'ammasso di frana, senza però predisporre un'adeguata rete di drenaggio superficiale. Inevitabile conseguenza della mancanza di un corretto drenaggio fu la mobilitazione della parte mediana della frana successivamente ad un'intensa piovosità nell'ottobre 1998. Il monitoraggio degli spostamenti porta alla definizione di un modello geologico di progetto che conduce alla definizione di un progetto esecutivo di intervento a cui viene affiancato un programma di monitoraggio degli spostamenti e delle pressioni interstiziali in zona di nicchia in continuo. Nell'inverno del 2003, quando le opere di consolidamento non erano ancora state completate (in particolare non era stato terminato il reticolo di scolo superficiale), a seguito di abbondanti nevicate e di un repentino scioglimento della coltre nevosa che aveva gravato sul corpo di frana, si verificano di nuovo alcuni fenomeni localizzati di riattivazione. Negli anni successivi il completamento dei lavori ha consentito di creare i presupposti per una stabilizzazione a medio termine. Dai risultati del monitoraggio strumentale degli spostamenti è risultata evidente una lenta attività deformativa della zona di nicchia imputabile presumibilmente all'infiltrazione superficiale nell'area compresa tra la nicchia principale e la strada provinciale di monte. Inoltre, le emergenze idriche in sinistra del corpo frana principale, controllate da una circolazione lungo discontinuità profonde collegate alla faglia riportata in carta geologica, hanno evidenziato una carenza nella capacità drenante dei fossi in sinistra. Per queste ragioni è stato predisposto un secondo progetto di intervento che ha avuto il compito di porre rimedio alle problematiche emerse nel 2004 e di estendere gli interventi anche ad un'area limitrofa della stessa unità. Nel corso di questi ultimi anni l'area è stata oggetto di diversi cantieri e visite didattiche sia nell'ambito di corsi universitari che di attività di formazione professionale. Nel 2007 è stata tappa di "Field trip" nell'ambito della Conferenza Internazionale "Cost 634, Soil and Hillslope Management using scenario analysis and runoff-erosion models: a critical evaluation of current techniques" (Firenze, 7-9 maggio 2007)

6.2.1. Inquadramento tematico della frana in ambito G.I.S.

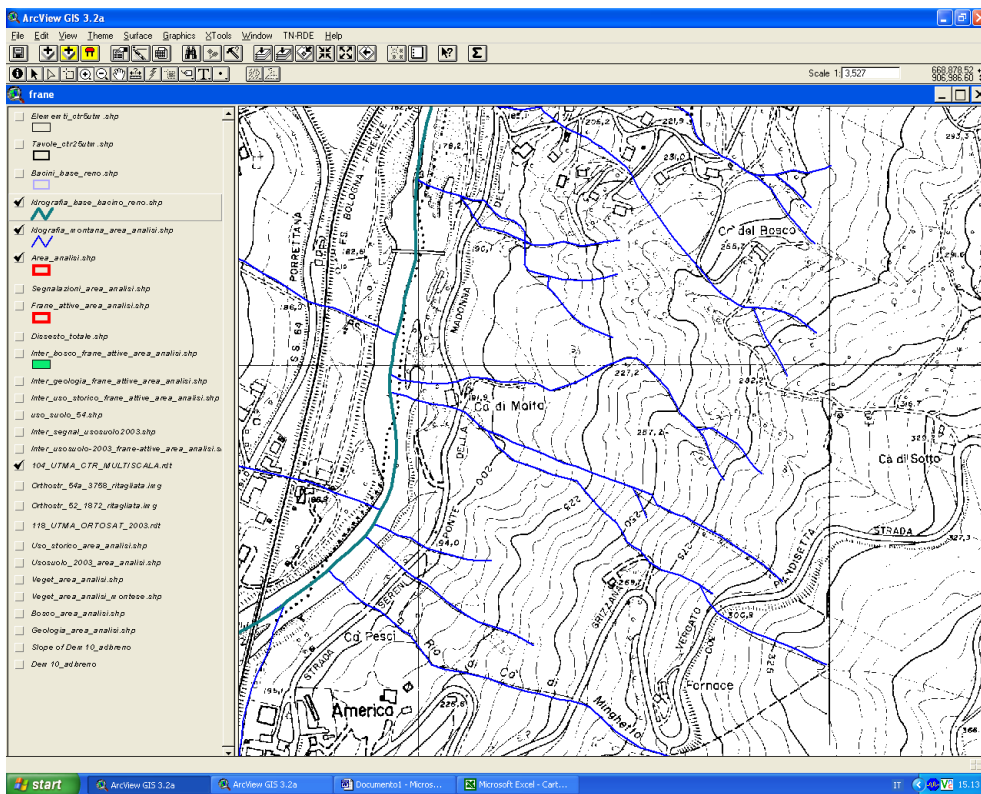


Fig. 1 L'area della frana dalla Ctr 1:5000 regionale (rilievo 1976)

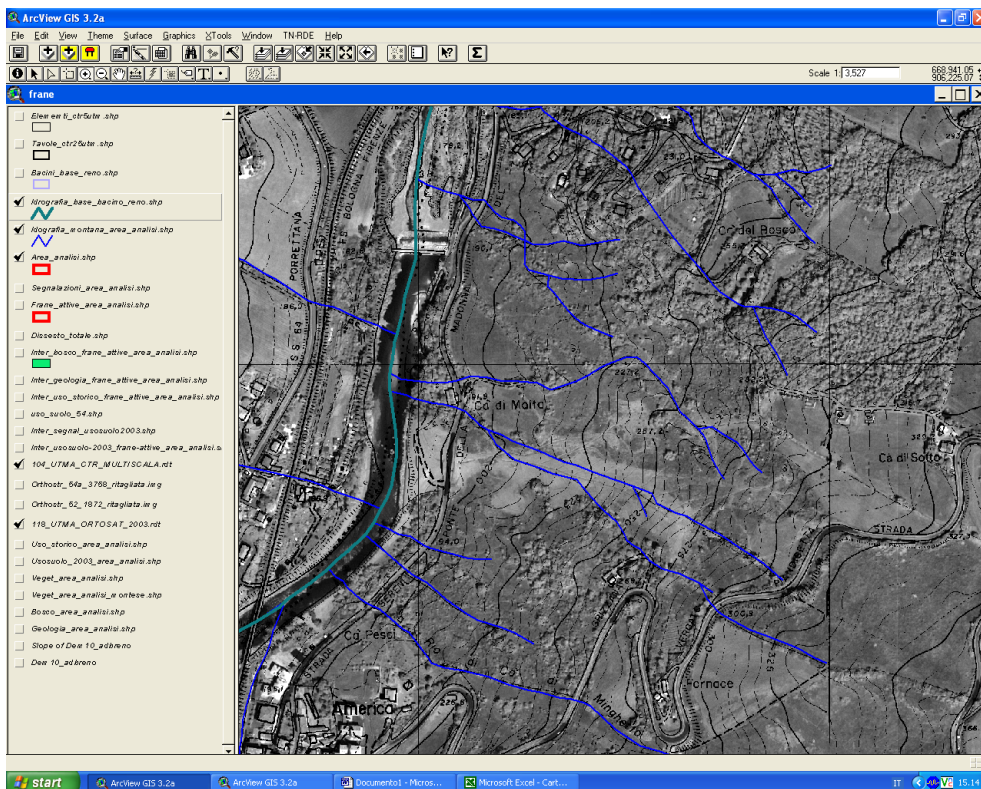


Fig. 2 L'area della frana dalla immagine satellitare del 2003: sono in parte già visibili i lavori di consolidamento ed il generale abbandono culturale delle zone limitrofe

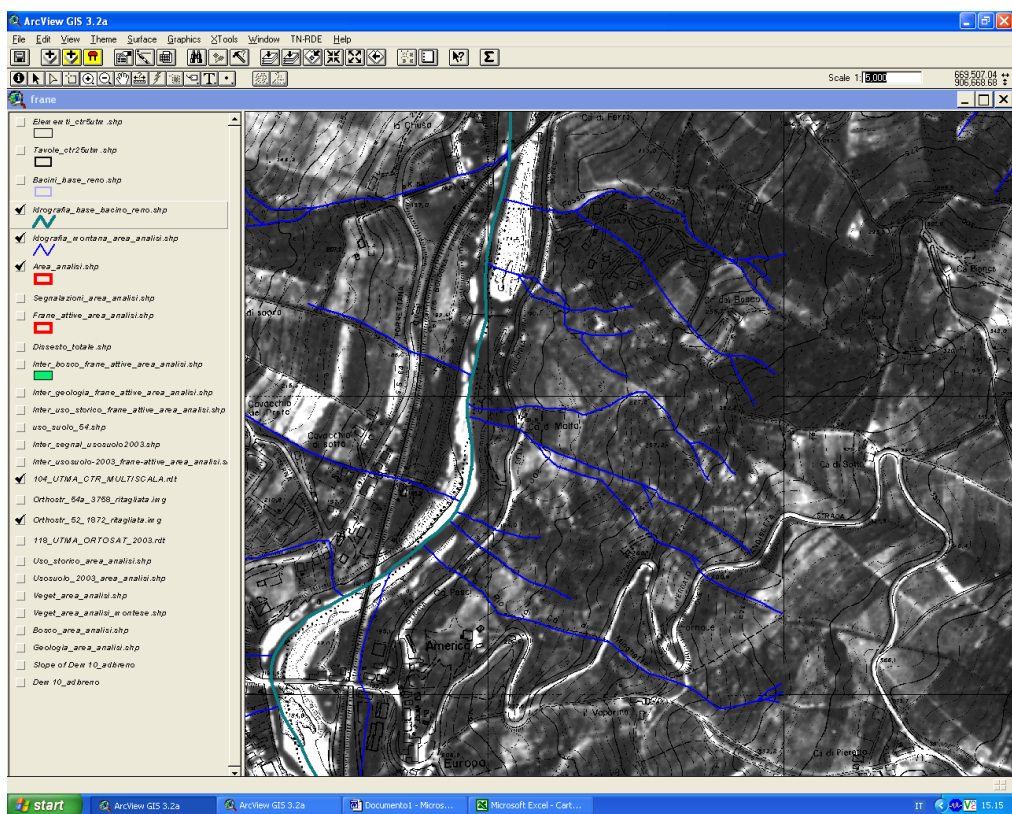


Fig. 3 L'area della frana dal volo aereo del 1954: sono visibili in prevalenza bosco e seminativi arborati; l'alveo del Reno appare più ampio

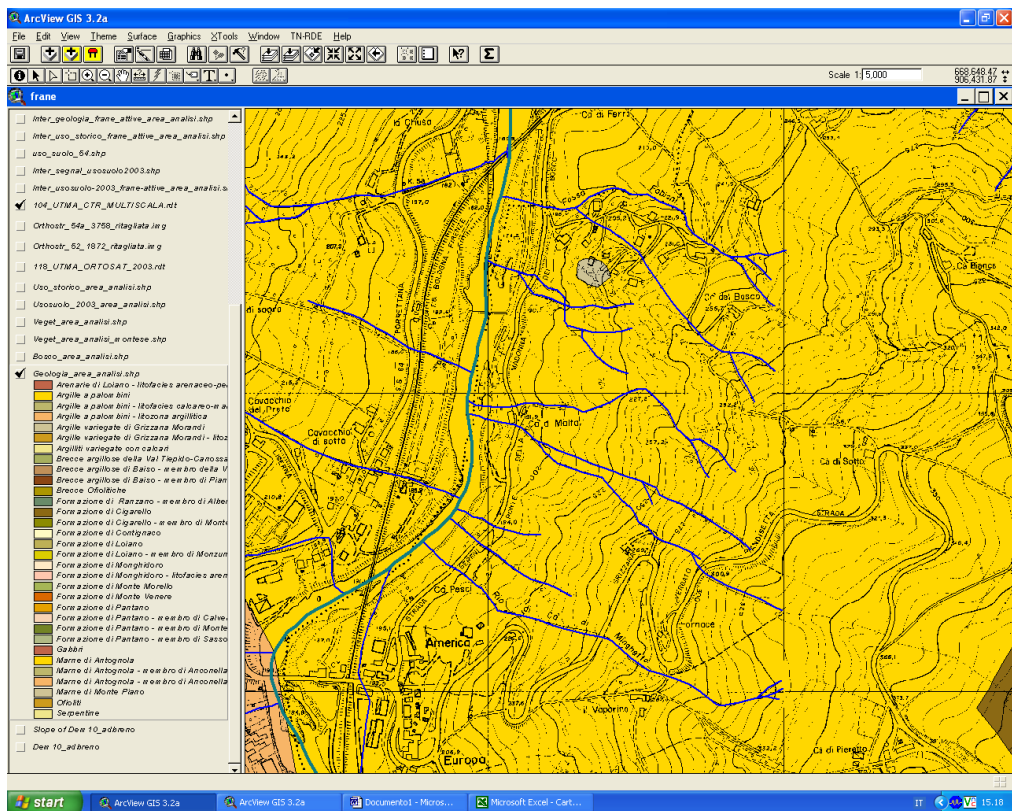


Fig. 4 Cartografia geologica (in giallo la formazione delle argille a palombini)

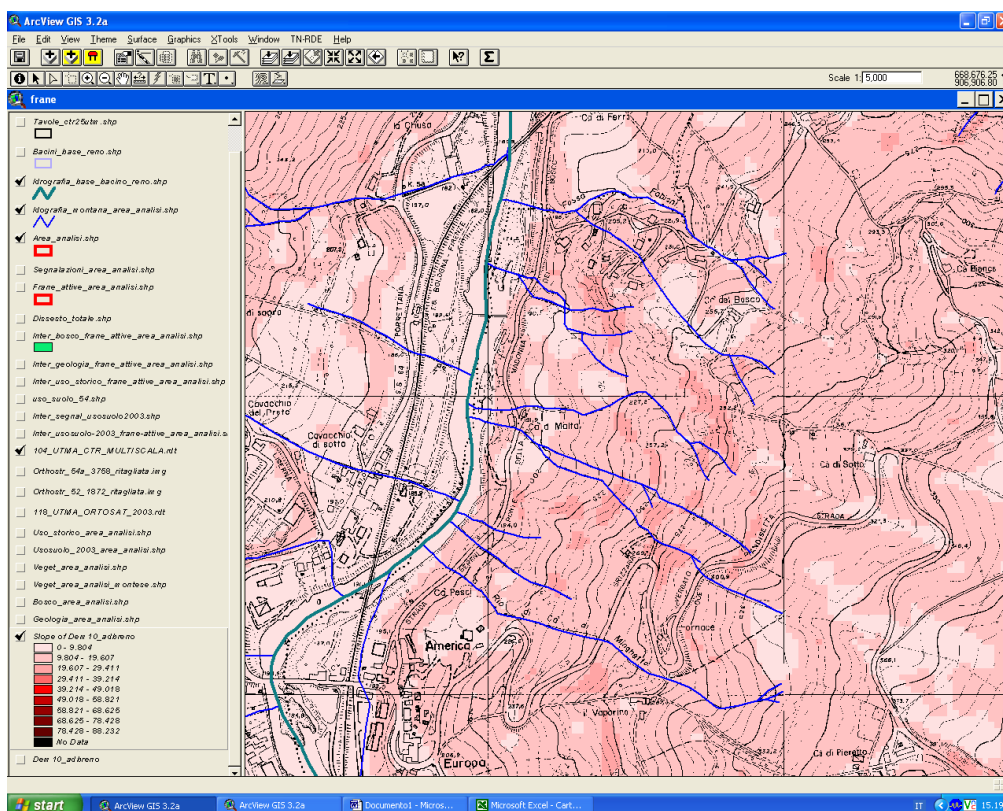


Fig. 5 pendenze dell'area

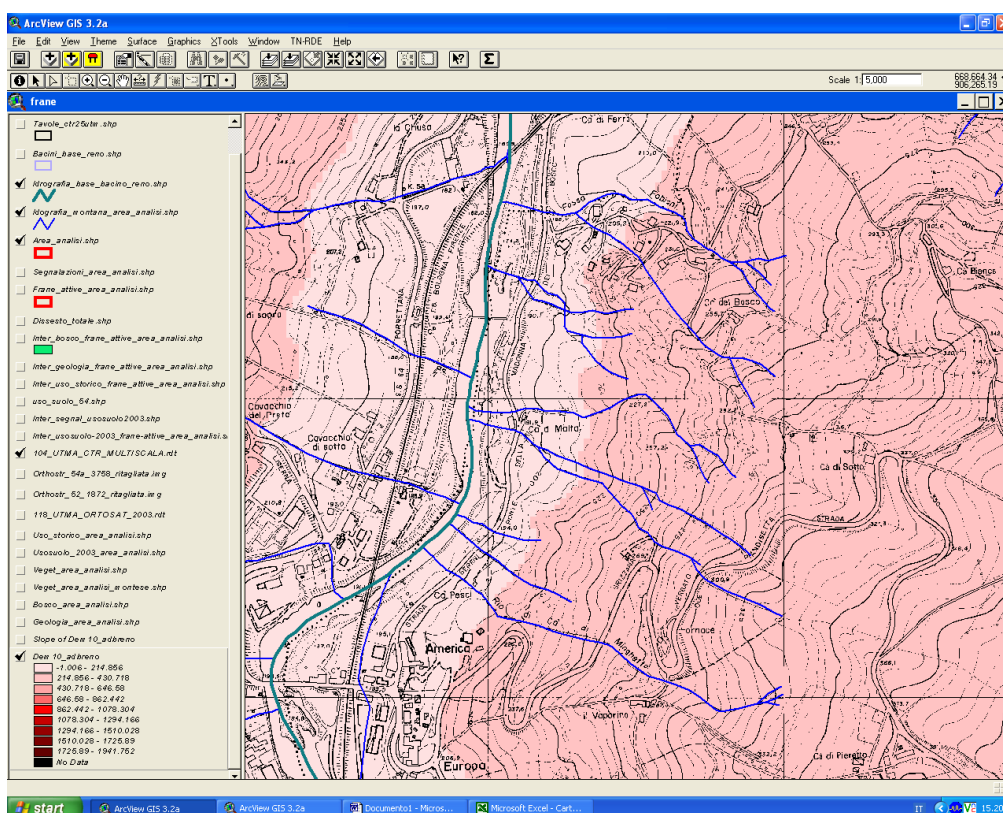


Fig. 6 D.E.M. e reticolo idraulico

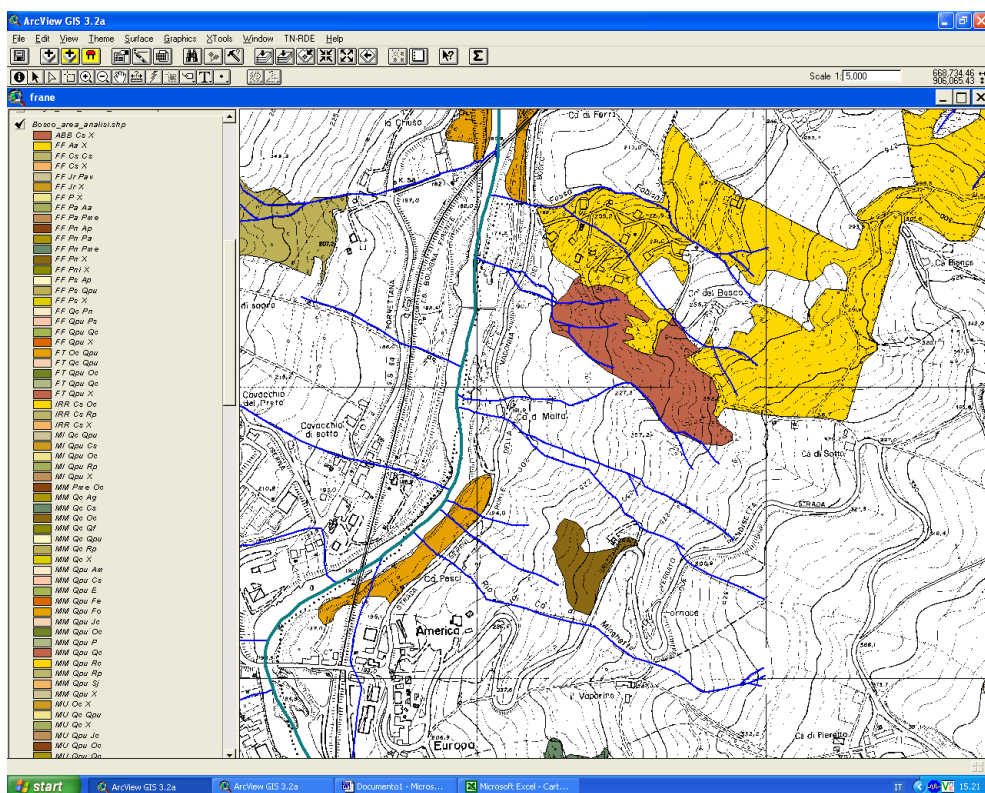


Fig. 7 Cartografia forestale; tutte le aree cartografate sono riconducibili a formazioni arbustive in evoluzione: ex agricoli in abbandono classificati come boschi di neo formazione

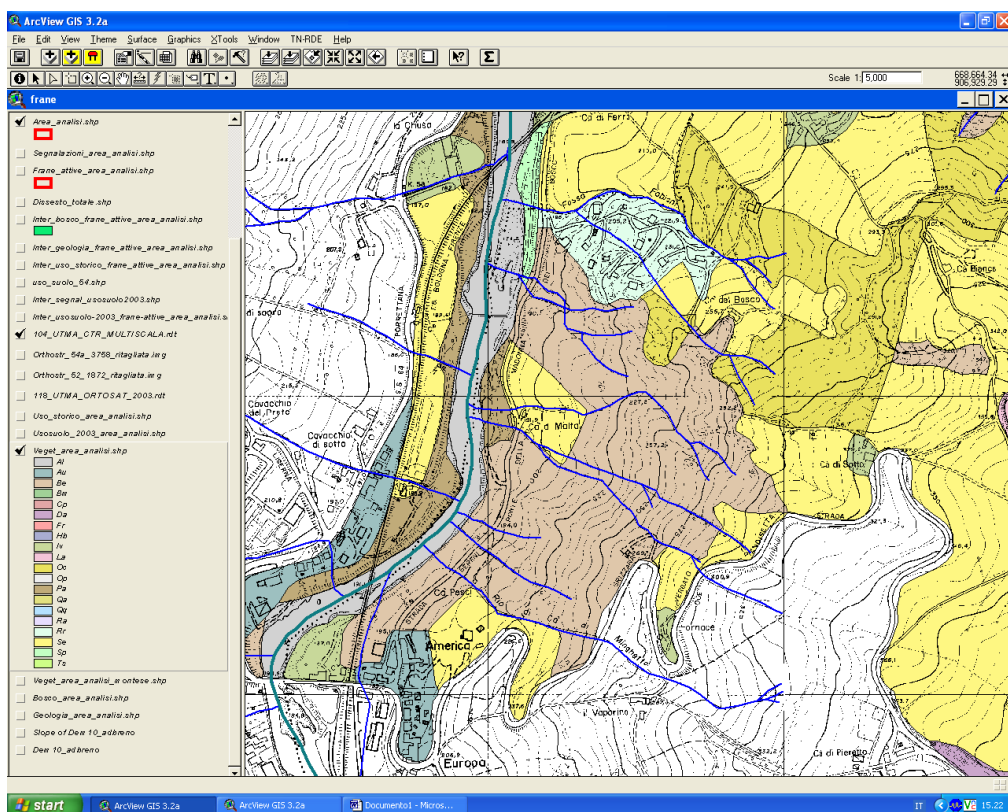


Fig. 8 Cartografia della vegetazione: in marrone formazioni e violetto erbacee a Festuca arundinacea ed altre graminacee

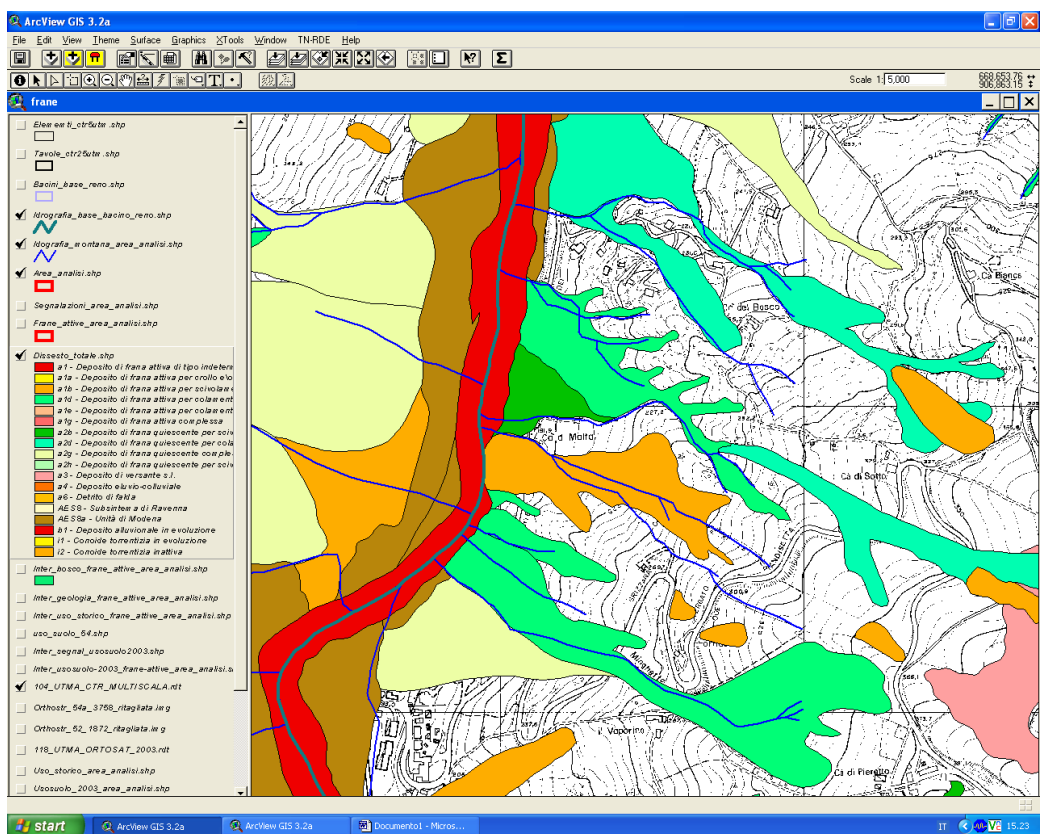


Fig. 9 Cartografia regionale del dissesto: colate, conoidi e depositi di versante

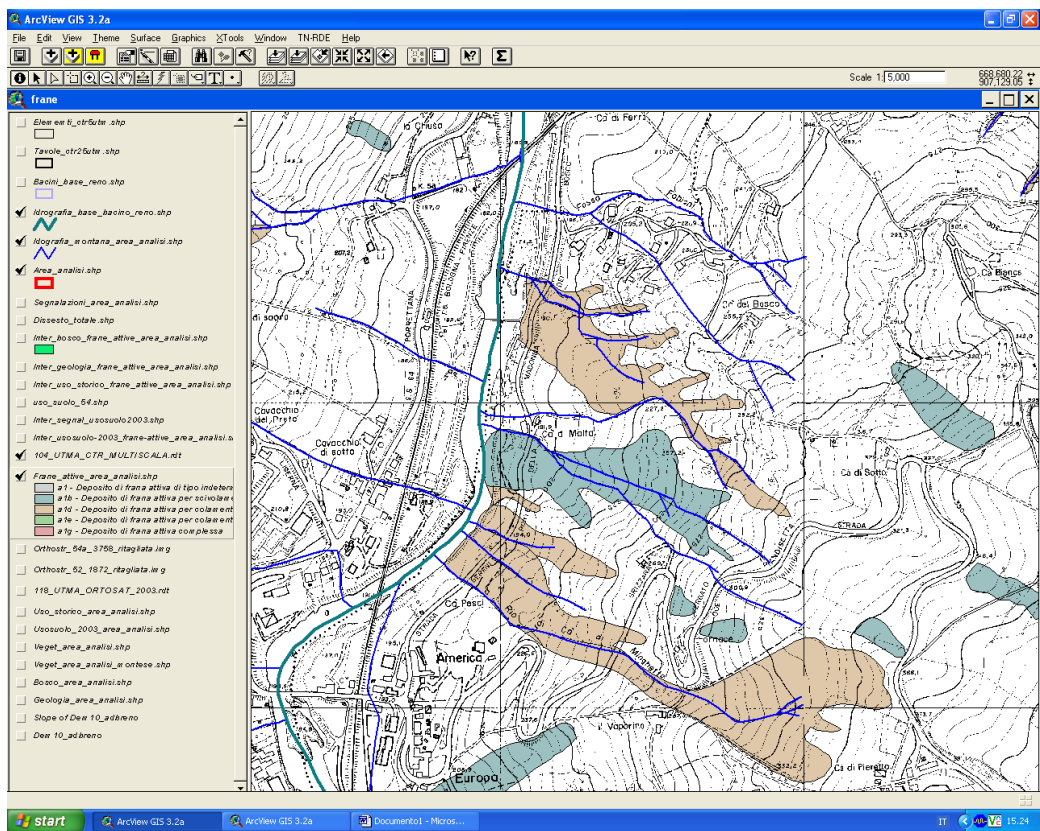


Fig. 10 Frane attive dalla Cartografia del dissesto

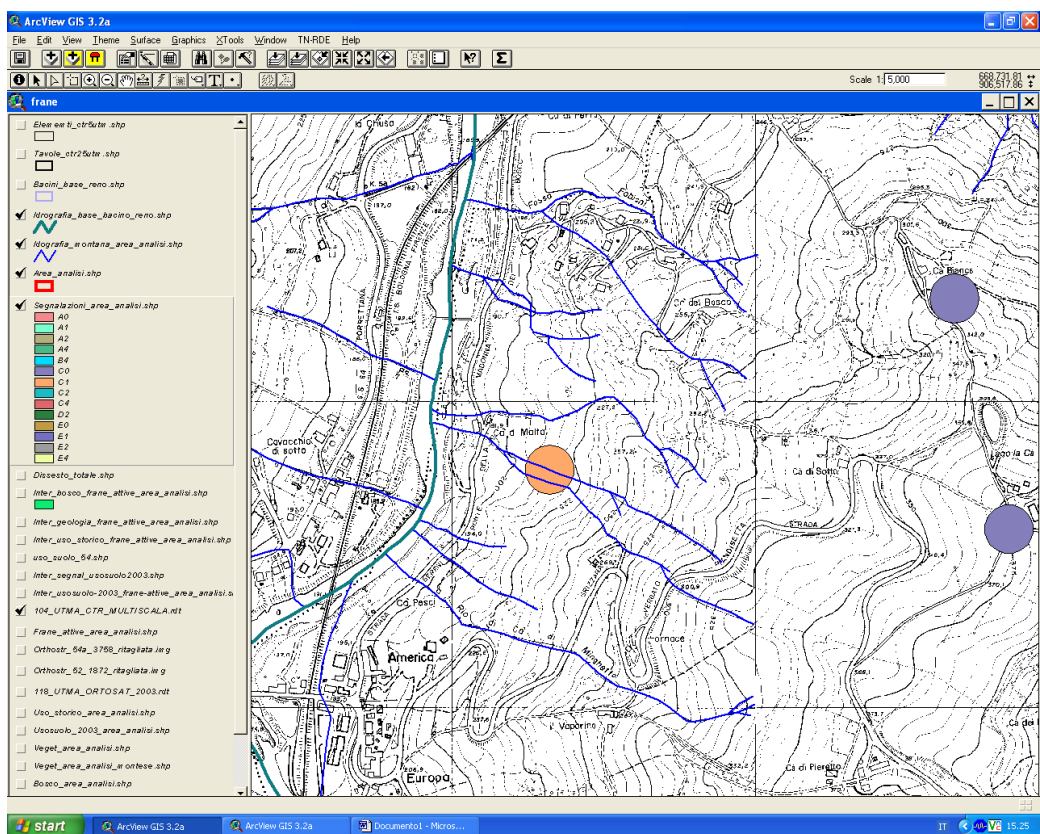


Fig. 11 Inventario delle richieste di intervento pervenute al STBR dal 1991 al 2003 (la frana e due dissesti su viabilità minore)

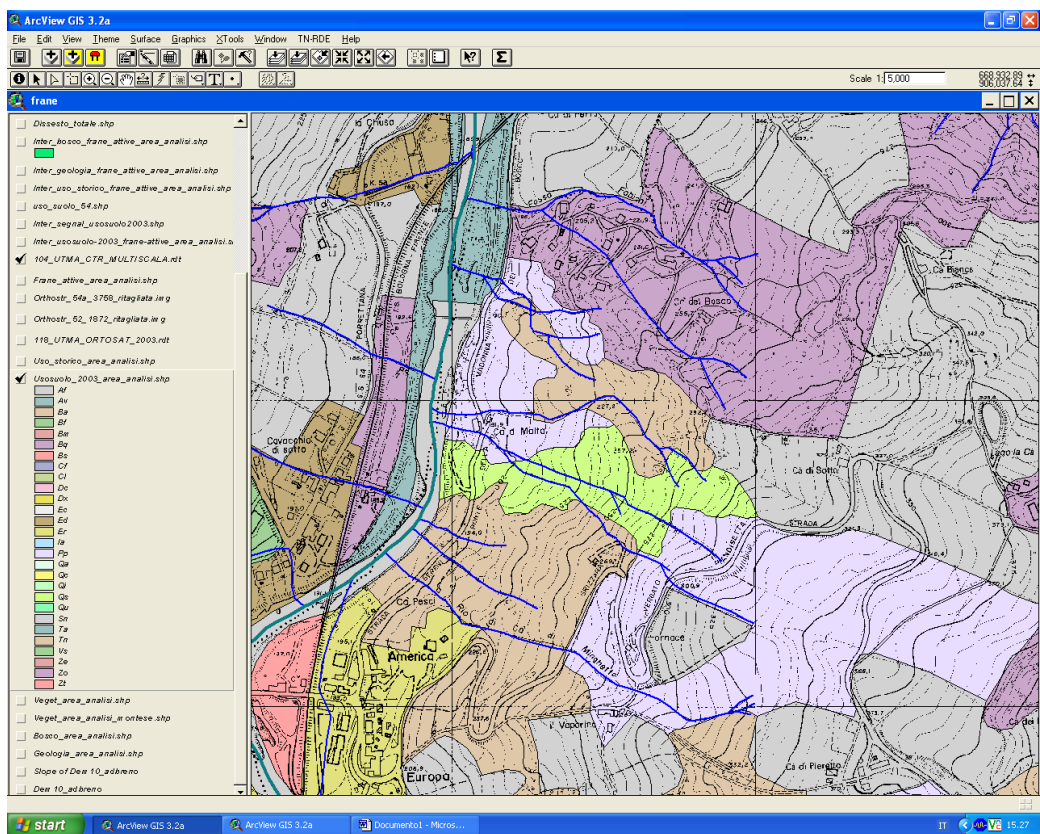


Fig. 12 Uso del suolo 2003 (in azzurro i seminativi, in altri colori gli incolti)

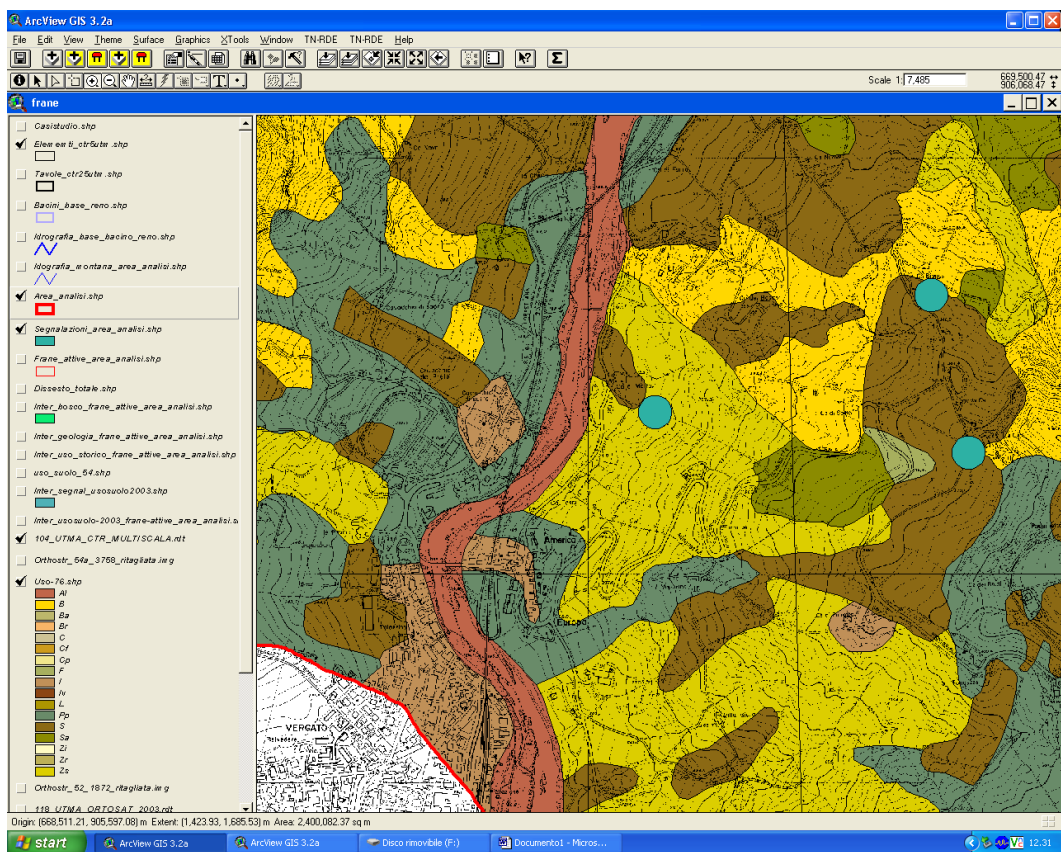


Fig. 12 bis Uso del suolo 1976: (in marrone e verde scuro i seminativi, in verde chiaro gli incolti, in giallo il bosco)

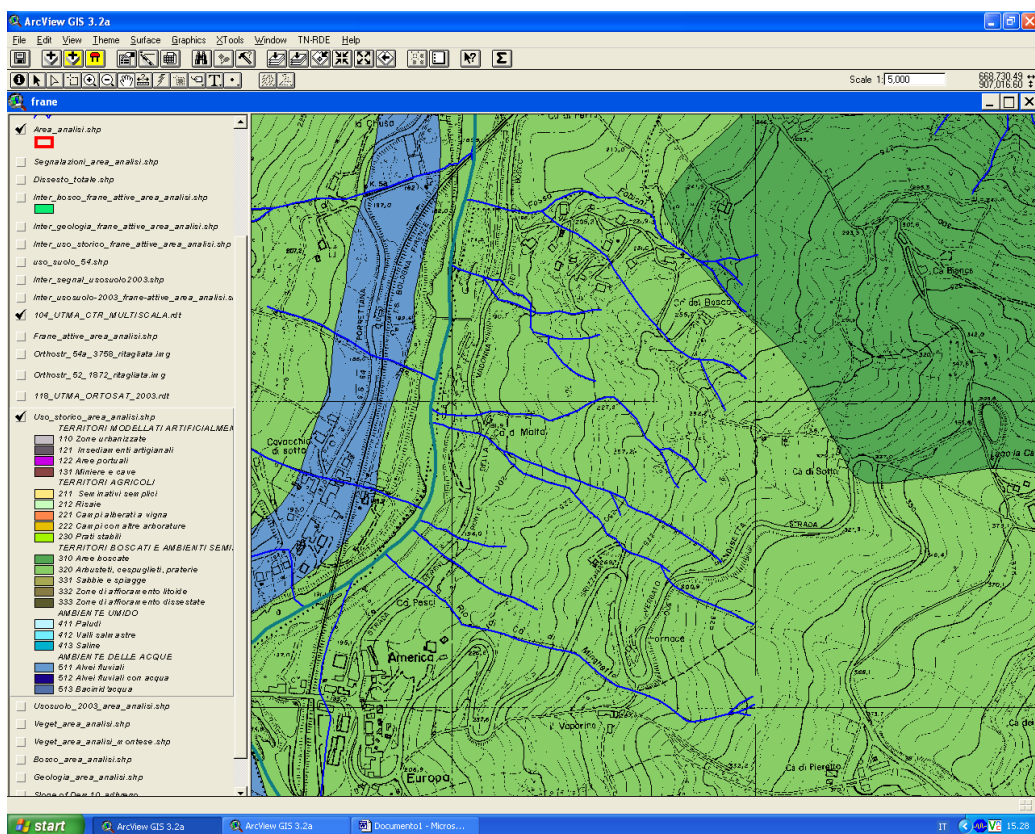
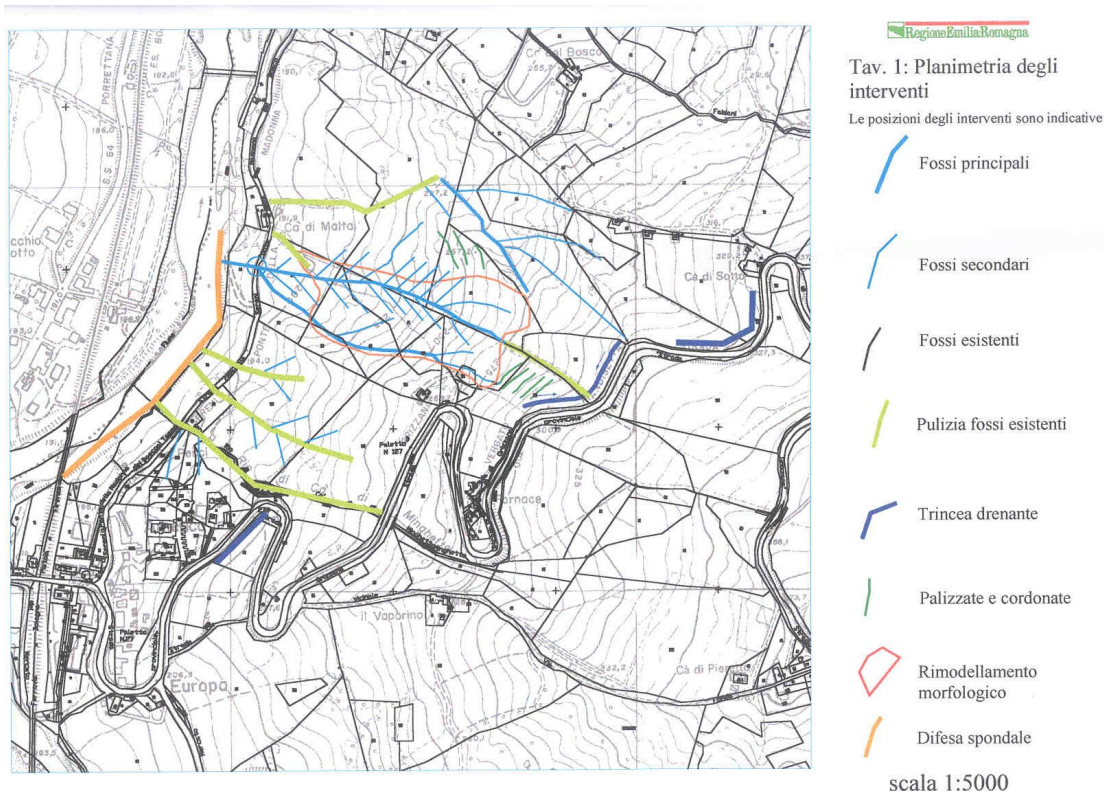
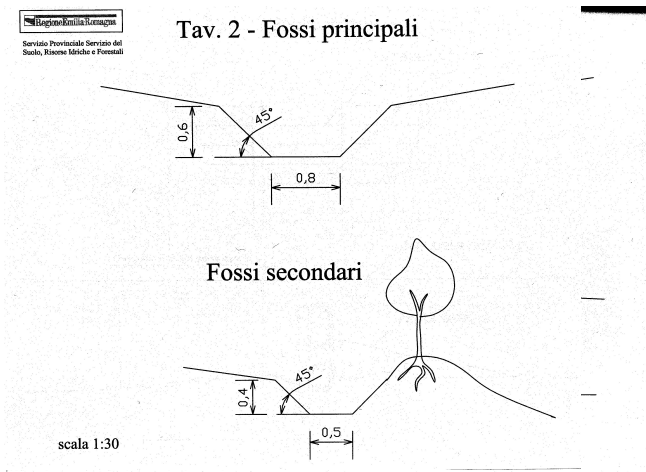


Fig. 13 Uso del suolo storico: prevalgono le aree a seminativo (verde chiaro) , ed alle quote superiori il bosco (verde scuro). L'alveo interessa una vasta fascia di fondovalle

6.2.2 Elementi progettuali di sistemazione



Interventi di sistemazione: cartografia di progetto, 2001, STB Reno



Interventi di sistemazione: disegni di progetto della rete scolante, 2001, STB Reno

Tipologia di opere di consolidamento realizzate

Partendo dalle indicazioni fornite dal monitoraggio e puntando verso tecniche di consolidamento che privilegiassero lo smaltimento degli eccessi di pressioni interstiziali negli strati più superficiali, identificati come i principali meccanismi di innesco, si è optato per interventi a basso impatto ambientale, con l'intento di restituire un equilibrio il più possibile naturale all'area in frana. Inoltre le opere eseguite non sono state limitate al corpo di frana vero e proprio, ma hanno anche riguardato aree adiacenti del versante, ed in particolare i bacini limitrofi (Rio Cà di Minghetto

e fossi adiacenti) interessati anch'essi da fenomeni di instabilità. Gli interventi sul corpo di frana sono schematicamente consistiti in:

Sistemazione piede

Gabbionata rinverdita
Scogliera rinverdita
Semina a spaglio terrazzo sovrastante
Regimazione idraulica

Sistemazione corpo di frana

Rimodellamento
Realizzazione rete idraulica superficiale secondo modello spina pesce e fossi presidiati da operre trasversali
Gradonate vive
Palizzate vive
Idrosemina
Semina
Utilizzo di geostuoie
Utilizzo di fiorume di stalla sotto juta

Sistemazione nicchia di distacco

Idrosemina
Geostuie antierosive
Palificate drenanti in legname e pietrame
Palizzate vive
Viminate vive

Opere a monte della nicchia

Trincee drenanti tradizionali profonde su campi agricoli

Opere su rii laterali al corpo di frana

Taglio vegetazione e risagomatura sezione di deflusso
Opere idrauliche trasversali (briglie, soglie, difese trasversali)
Gradonate con talee ed arbusti a difesa spondale

Per verificare con maggiore dettaglio la risposta dell'intervento di inerbimento in condizioni stazionali particolarmente difficili si è inoltre effettuata nel corpo di frana, la realizzazione di 6 aree sperimentali permanenti di superficie unitaria di 40 mq in cui sono state realizzate:

- 1) idrosemina
- 2) semina a spaglio
- 3) testimone (nessun intervento)
- 4) erpicatura e idrosemina
- 5) erpicatura e semina
- 6) erpicatura e testimone (nessun intervento)

I fossi di scolo realizzati per la regimazione superficiale sono stati inoltre presidiati con la posa di piante lungo gli arginelli con il fine di:

- favorire il consolidamento della sezione mediante l'azione meccanica dell'apparato radicale
- migliorare l'assorbimento idrico ed il drenaggio continuo dell'acqua presente negli strati interni del terreno. Sono stati a questo scopo impiegati:

a) astoni di salice di:

Salix purpurea

Salix alba

b) Arbusti a radice nuda di almeno due anni di semenzaio delle seguenti specie:

- Fraxinus ornus
- Spartium junceum
- Rosa canina
- Prunus spinosa
- Pyrus piraster
- Cornus sanguinea

Le palizzate assicurano un buon sostegno meccanico e sono state realizzate alla base delle scarpate sulla porzione apicale del corpo di frana e in prossimità di dossi e aree acclivi. I terrazzamenti comunque rinverditi anche artificialmente, favoriscono il reinsediamento della vegetazione spontanea. Sono realizzati con la posa longitudinale e trasversale di pali di castagno che ne costituiscono la struttura portante e la messa a dimora di talee e arbusti autoctoni, che svolgeranno col tempo la fondamentale funzione di consolidare il pendio. Tra le specie previste sono state anche in questo caso impiegate:

talee di Salix purpurea, talee di Salix alba, Spartium junceum, Rosa canina, Prunus spinosa, Ligustrum vulgare, Pyrus piraster, Cornus sanguinea, Fraxinus ornus, Acer campestre.

6.2.3. Inquadramento fotografico



Riattivazione movimento franoso, 1997



Lavori di sistemazione del corpo di frana, fine 1999 (rimodellamento e regimazione superficiale)



Riattivazione movimento franoso in prossimità della nicchia, inizio 2000

Panoramica nuova sistemazione 2004 e tipologia interventi





Visita didattica, 2005



Panoramica 2007



Panoramica 2008 (estate)



Febbraio 2009

Particolari di interventi sulla nicchia (palificata drenante, posa stuoie varie, palizzate vive)



2004



2008

Interventi al piede



Scogliera sul F. Reno e rinverdimento terrazzo, 1999 (sn) ed oggi (dx)



Gabbioni rinverditi al piede della frana (oggi)

Discussione

A circa 8 anni dagli ultimi interventi di piantagione delle prime piantine radicate e delle talee e a diverse stagioni vegetative dall'idrosemina, realizzata nella primavera del 2003, è possibile evidenziare:

-l'attecchimento e la sopravvivenza delle piantine è stato in generale buono con risultati superiori alle aspettative: oltre il 65 per cento del materiale risulta in discreto stato vegetativo, in particolare orniello, acero campestre, sanguinello, perastro. Ginestra, ligustro, olivello spinoso hanno avuto maggiori problemi di attecchimento e maggiore mortalità successiva causata da fattori concomitanti tra cui: danni da morso da ungulati, gelate tardive, siccità. In generale l'attecchimento delle talee lungo i fossi è risultato mediocre e mediamente attorno al 30-35% del materiale impiegato. In questo caso la mortalità è da imputarsi in parte a tecniche non appropriate di impianto, a smottamenti localizzati delle scarpate dei fossi che hanno danneggiato l'apparato radicale e a siccità estiva. L'idrosemina sulla superficie del corpo di frana, realizzata per motivi tecnici di cantiere, soltanto nella tarda primavera del 2003, ha manifestato notevoli difficoltà di attecchimento iniziale, con una discreta ripresa vegetativa attuale per l'ingresso di specie spontanee, a distanza di alcuni anni dalla sua realizzazione a dimostrazione delle difficili condizioni stazionali sia per gli aspetti

pedologici che microclimatici, per l'erosione superficiale comunque presente sull'area e probabilmente anche per il momento non ottimale di impianto. A distanza di un anno dall'intervento la superficie rinverdita era stimata attorno al 60-65% di quella oggetto di intervento, con distribuzione della copertura erbacea fortemente disomogenea e concentrata lungo i fossetti, i solchi e nelle aree più ombreggiate ed umide. Nelle sei aree sperimentali permanenti non si notano differenze apprezzabili sia sulla % di copertura che sulla presenza/assenza di particolari specie rispetto ad altre. Nell'ambito del miscuglio impiegato le graminacee sembrano in netta prevalenza rispetto alle leguminose. Nel complesso le sistemazioni idraulico-forestali (brigliette in legname, in massi e briglie in legname e pietrame, palizzate) dopo 7 anni dalla loro realizzazione risultano in discreto stato conservativo (solo il 7% necessita di localizzati interventi di manutenzione straordinaria per scalzamenti, aggiramenti, sifonamenti) e svolgono in modo soddisfacente la funzione di presidio strutturale all'azione di erosione di fondo e spondale lungo i fossi. Le indicazioni relative all'utilizzo delle specie vegetali per il consolidamento superficiale dei terreni, derivano da uno studio preliminare della stazione in cui sono stati considerati gli elementi orografici, il suolo, il clima e la vegetazione: gli interventi di sistemazione forestale dovrebbero favorire ed accelerare i processi di inerbimento del terreno e di copertura vegetale del suolo, oltre a contribuire al generale consolidamento del versante nei limiti delle dinamiche evolutive in atto, comunque difficilmente arginabili mediante la sola rivegetazione dei versanti. Attualmente le condizioni di stabilità sono buone e la copertura vegetale del corpo di frana è > all'80% con forte prevalenza di *Inula*, *Sulla*, *Festuca Arundinacea*.

Da quanto emerso dagli studi effettuati sulla frana di Ca' di Malta appare chiaro che il principale meccanismo di innesco è rappresentato dai picchi delle pressioni interstiziali negli strati argillosi più alterati di superficie. La presenza di vie preferenziali di circolazione idrica di difficile identificazione ha guidato i progettisti verso tecniche di consolidamento a basso impatto che hanno il principale compito di ridurre gli eccessi di pressioni neutre, sia mediante un assorbimento continuo ad opera di vegetazione erbacea ed arbustiva di tipo pioniero, sia attraverso un'opera di smaltimento idrico superficiale disegnata per poter ridurre al minimo la quantità di infiltrazione dalla superficie (identificato come meccanismo motore preponderante sul movimento dei materiali in frana). Infatti, le trincee drenanti si sono dimostrate meno efficaci rispetto agli interventi di regimazione idraulica superficiale, come dimostrato dalla verifica delle portate smaltite durante alcuni eventi meteorici di notevole intensità. Per quanto riguarda la copertura vegetale pioniera, essa oltre alla funzione drenante svolge funzione antierosiva e favorisce i processi pedogenetici creando le condizioni per il successivo graduale ingresso di altre specie maggiormente esigenti. Una filosofia di intervento mirata all'annullamento degli spostamenti sarebbe, alla luce dei risultati ottenuti, fallimentare fin dall'inizio in quanto impraticabile ed inefficace. Pertanto, l'impiego dei sistemi di consolidamento adottati consente di ridurre al minimo la velocità di propagazione di frana, posticipando enormemente la crisi del versante e delle infrastrutture ad esso connesse. Va tuttavia precisato ancora una volta, che anche le tecniche di consolidamento, e a maggior ragione quelle che afferiscono al gruppo della cosiddetta "ingegneria naturalistica", che hanno fornito risultati buoni quando integrate con una adeguata sistemazione idraulico-forestale, necessitano di un impegno periodico nell'opera di manutenzione, senza il quale si rischia la perdita di funzionalità degli interventi.

Riferimenti e citazioni bibliografiche; sitografia

- AA.VV. (a cura del Club Alpino Italiano) *L'Appennino Bolognese, Descrizione e itinerari, 1881*. Forni Editore, Bologna, ristampa 1981.
- AA.VV. Ricerche sulla sistemazione a verde di una cava di argilla, Comune di Carpineti. Regione Emilia-Romagna, 1991.
- AA.VV. *FAO watershed management field manual. Landslide prevention measures*. Fao Conservation Guide n. 13/4, 1988, Roma
- AA.VV. *FAO watershed management field manual. Slope treatment measures and practices*, Fao Conservation Guide n. 13/3, 1988, Roma
- AA.VV. *FAO watershed management field manual. Vegetative and soil treatment measures*. Fao Conservation Guide n. 13/1, 1985, Roma
- AA.VV. *National Landslide Hazards Mitigation Strategy*. U.S. Geological Survey, Open file report 00-450-2000, USGS National Center, VA.
- AA.VV. *Indagine sul recupero produttivo e sulla sistemazione dei terreni marginali degradati*. Accademia Nazionale di Agricoltura, Bologna, 1984.
- Agnoletti M, Mercurio R. *Evaluation of afforestations in abandoned fields*. Giornale Botanico Italiano 129. 1995.
- Agnoletti M. et.al. *Il Piano Strategico Nazionale di Sviluppo Rurale*, Documento Tematico "Paesaggio", allegato a: Architettura del Paesaggio, 15/2006.
- Almagià R. *Studi geografici sulle frane in Italia. Parte generale - L'Appennino Settentrionale e il Preappennino Tosco-Romagnolo*. Memorie della Società Geografica Italiana, vol. 13, Roma, 1907.
- Alther E.W. *Entwick von Boden und Pflanzebestanden auf Brachland und ihre Dynamioock wahrend 150 Jahren*. Zeitschrift "Das wirtschaftseigene Futter, 23. 1977
- Assessorato Agricoltura, Regione Emilia-Romagna *Impatto dell'uso agricolo del suolo sul dissesto idrogeologico, Area pilota collina cesenate*. Bologna, 1995
- Associazione Nazionale Bonifiche *Sistemare la collina per difendere il suolo e tutelare l'ambiente* Ed. Il Mulino, Bologna, 1988
- Bagnaresi U., Baldini S., Berti S., Cavazza C., Colombo G., Laruccia N., Pelleri F., Vianello G., Vottero G., *Analisi delle risorse forestali: scenari Mugello-Alta Romagna e Garfagnana-Alto Reggiano, i sistemi forestali*. Estratto da "I sistemi agricoli marginali", CNR Progetto finalizzato IPRA, 1989
- Bagnaresi U., Bignami C., Chiusoli A. *Ricerche sull'impiego di arbusti per il rivestimento di scarpate argillose*. L'Italia Forestale e Montana, n.4, Firenze 1986.
- Bagnaresi U., Cavazza C., Icardi M., Palazzini M., Laruccia N., Gasparini C., Rosini R., Rossi G., *Multipurpose forestry management models for Italy's Apennines*. Atti del Convegno Internazionale "Global natural resource monitoring and assessment: preparing for 21th century", Venezia, settembre 1989
- Bagnaresi U., Cavazza C., Spisni A. *Bosco e pianificazione territoriale nell'Appennino bolognese*. Rivista di Scienze Ambientali Estimo e Territorio, Edagricole n°1-2001
- Bagnaresi U., Vianello G. (a cura di) *Copertura forestale e territorio* Ed. F. Angeli, 1995.
- Basso F. *Difesa del suolo e tutela dell'ambiente* Ed. Pitagora Bologna, 1995
- Bazzaz F.A., *Plants in changing environments*, Cambridge Univ. Press. 1996
- Bernabei M.L., Mazzoni G., Pei A. *L'applicazione dell'ingegneria naturalistica in una situazione critica: la sistemazione di un calanco*. AIPIN, 1999.
- Benini, G. *Sistemazioni Idraulico Forestali*. UTET Ed., Torino, 1990

- Bennet H.H. *Elements of soil conservation* 2nd edition. Mac Graw-Hill, New York, 1995.
- Caprara C., Pavanelli D. *Metodologie GIS nell'analisi del dissesto di un bacino campione dell'Appennino modenese*. Rivista Genio Rurale n.11/1995, Edagricole Bologna
- Caprara C., Pavanelli D. *Use of GIS on the analysis of sample area of the Appennino Emiliano (Italy)* - 17th I.C.A./A.C.I. Barcellona, Spagna, 1995
- Cavazza C. (a cura di) *L'Appennino dal passato al futuro. I cento anni della Società Emiliana Pro Montibus et Sylvis*. Bologna, marzo 2002.
- Cavazza C., Coliva A. *I terreni agricoli abbandonati nell'Appennino bolognese*, Rivista "Agricoltura" n 5, 1995 Regione Emilia-Romagna
- Cavazza C., Minotta G., *Il rimboschimento dei terreni argillosi ex-agricoli dell'Appennino settentrionale: confronto tra diversi tipi di lavorazione del suolo*, Seminario sul tema "La destinazione forestale dei terreni agricoli"; Brasimone (BO), 17-18 giugno 1994
- Clements F. E., *Plant succession: an analysis of the development of vegetation*. Carnegie Inst. of Washington Publications, 1916.
- CNR-Regione Emilia-Romagna *Carta della propensione al dissesto idrogeologico dell'Emilia-Romagna* Ed. Pitagora, Bologna, 1982
- Coliva A. *Abbandono ed evoluzione della vegetazione nei terreni abbandonati dell'Appennino bolognese (sinistra Reno)* Tesi di Laurea, Facoltà di Agraria, Univ. di Bologna, A.A. 1991-92 (non pubblicata).
- Connell J. H., Slatyer R.O. *Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization*. The American Naturalist, 111 (1977).
- Consorzio B.M. Alto Reno *Rapporti fra sviluppo e conservazione del suolo in un bacino campione dell'Appennino settentrionale* Bologna, 1983.
- De Philippis A. *Classificazione ed indici del clima in rapporto alla vegetazione forestale italiana*. 1937, Ed. Ricci, Firenze.
- Ellenberg H. *Vegetation ecology of central Europe*, quarta edizione, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1988.
- Ferrari C., Speranza M., *La vegetazione dei calanchi dell'Emilia Romagna (con note di sistematica per la vegetazione di suoli alomorfi interni)*, Notiz. Fitosoc., 10, 1975.
- Gatteschi P. *La sistemazione del Rio Maggiore*, Monti e Boschi n.6/1971, anno XXII.
- Glavac V. *Vegetationsökologie*. Gustav Fischer, Jena, Germany. 1996
- Guidotti P. *Il Camugnanese dal XII al XX secolo, capitoli per una storia*. CLUEB, BO. 1985
- Kimmins J. P. *Forest Ecology*, Macmillan Publ. Co. New York, 1987.
- Lenzi C. *Abbandono ed evoluzione della vegetazione nei terreni abbandonati dell'Appennino bolognese (destra Reno)* Tesi di Laurea, Fac. di Agraria, Univ. di Bologna, A.A. 1990-91 (non pubblicata)
- Mancini F., Landi R., Bagnaresi U., Bonciarelli F., Manfredi E., (a cura di Medici G.) *L'utilizzazione dei terreni argillosi dell'Appennino*, Edagricole, 1979, Bologna
- Merendi A., (a cura di) *La difesa vegetale in Le sistemazioni idraulico-forestali. - 1936-1939. - 2 v.*; Firenze, Biblioteca della bonifica integrale [Barbera]. 1936
- Odum E. P. *The strategy of ecosystem development*. Science, 164, 1969.
- Pavanelli D., C. Cavazza, S. Correggiari, A. Bigi, M. Rigotti. *Analysis of soil use dynamics (1972-2003) in an apennines basin: impacts on the hydrologic budget, on the characteristics of reservoir and on the landscape setting.*, in: , 3rd International Symposium on IWRM 2006 Abstracts , BOCHUM, s.n, 2006
- Piussi P. *Rimboschimenti spontanei ed evoluzioni post-coltura*. Monti e Boschi, Edagricole Bologna, n. 3-4, 2002
- Preti F., *Stabilità dei versanti vegetati, Cap. 12, Manuale di Ingegneria Naturalistica – Vol. 3*

Versanti, Regione Lazio. 2005

- Roose E. *Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols* Bulletin pédologique de la FAO, n°70, 1994.
- Sereni E. *Storia del paesaggio agrario italiano*, 1955, Laterza, Roma.
- Susmel L. *Sull'azione regimante ed antierosiva della foresta*. Acc. Naz. Lincei, Quad.112, 1968 Roma.
- Tansley A.G. *The classification of vegetation and the concept of development*. J. Ecol. 8, 1920.
- Thoreau H.D. *The Dispersion of Seeds*. Island Press, New York, 1993
- Tomaselli M., Manzini M.L., Del Prete C. *Carta della vegetazione di Monte Sole*, Regione Emilia-Romagna, ed. 1994.
- Ubaldi D., Puppi G., Zanotti A.L. *Carta fito-climatica dell'Emilia-Romagna*. Regione Emilia-Romagna, 1996, Bologna.
- Ubaldi D., Corticelli S. *Carta della Vegetazione della tavola 236 SE, Montese*. Regione Emilia-Romagna, Ed. 1990.
- Puglisi S. *Esperienze ed orientamenti di tecnica delle sistemazioni calanchive*. Collana verde Ministero Agr. E Foreste n.9, 1963
- Testa G. *Cambiamenti del paesaggio e dinamica della vegetazione nei coltivi abbandonati dell'Appennino Settentrionale (Comune di Firenzuola, Firenze)*. Tesi di dottorato di ricerca, Università di Padova, 1997
- Urbinati C. *Analisi di processi di ricolonizzazione forestale su aree in abbandono colturale nelle prealpi venete*. Tesi di dottorato di ricerca in ecologia forestale, Università degli studi di Padova, 1992.
- Varnes R. *Landslide hazard zonization: a review of principles and practices*, UNESCO 1984
- Vecchio B. *Il bosco negli scrittori italiani del 1700 e dell'età napoleonica*. Einaudi 1974
- Wischmeier W.H., Smith D.D. *Predicting rainfall erosion. A guide to conservation planning*. USDA-ARS, Agriculture Handbook, 1978.
- Peyronel Br., Dal Vesco G., *Vegetazione di campi abbandonati in val di Cogne (Aosta)*. Giorn. Bot. Ital., 106. 1978

<http://cst.provincia.bologna.it/website/cartaforestaleweb/viewer.htm>

http://www.regione.emilia-romagna.it/bacinoreno/PSAI/cd_PSAI/index.htm

<http://www.ermesambiente.it/>

<http://www.regione.emilia-romagna.it/geologia/>

<http://www.arpa.emr.it/>

<http://www.ermesambiente.it/ermesambiente/stb/reno/index.htm>

<http://www.promontibus.it/>

<http://www.regione.emilia-romagna.it/ptr/>

Fonti fotografiche

Le foto storiche sono tratte dagli archivi della Pro Montibus et Sylvis (Rivista L'Alpe), del C.F.S. (Coordinamento Provinciale di Bologna), del Consorzio di Bonifica Reno-Palata e del Servizio Tecnico Bacino Reno. Le foto attuali sono mie.